Anno XXI - N. 4 Aprile 1976 - Lire 800 - Sped. abb. post. - Gr. III/70

RADIORAMA

RIVISTA MENSILE EDITA DALLA SCUOLA RADIO ELETTRA
IN COLLABORAZIONE CON POPULAR ELECTRONIC

L'ADATTAMENTO DEL REGISTRATORE AL NASTRO MAGNETICO

I PROBLEMI DEL "ROS"

FOTOMETRO per INGRANDITORE



MILANO ICE ITALY

Supertester 680 R / ATTENZIONE R come Record !!

III SERIE CON CIRCUITO ASPORTABILE!!

4 Brevetti Internazionali - Sensibilità 20.000 ohms / volt

STRUMENTO A NUCLEO MAGNETICO schermato contro i campi magnetici esterni!!!

Tutti i circuiti Voltmetrici e amperometrici di questo nuovissimo modello 680 R montano RESISTENZE A STRATO METALLICO di altissima stabilità con la PRECISIONE ECCEZIONALE DELLO 0,5%!!

IL CIRCUITO STAMPATO PUO' ESSERE RIBALTATO ED ASPORTATO SENZA ALCUNA DISSALDATURA PER FACILITARE L'EVENTUALE SOSTITUZIONE DI QUALSIASI COMPONENTE.

Record di:
- ampiezza del quadrante e minimo ingombro! (mm. 128x95x32)
- precisione e stabilità di taratura! (1% in C.C. - 2% in C.A.!)
- semplicità, facilità di impiego e rapidità di lettura!
- robustezza, compattezza e leggerezza! (300 grammi)
- accessori supplementari e complementari! (vedi sotto)
- protezioni, prestazioni e numero di portate!

E' COMPLETO DI MANUALE DI ISTRUZIONI E GUIDA PER RIPARARE DA SOLI IL SUPERTESTER 680 R IN CASO DI GUASTI ACCIDENTALI.

10 CAMPI DI MISURA E 80 PORTATE !!!

VOLTS C.A.: 11 portate: da 2 V. a 2500 V. massimi.
VOLTS C.C.: 13 portate: da 100 mV. a 2000 V.
AMP. C.C.: 12 portate: da 50 μA a 10 Amp.
AMP. C.A.: 10 portate: da 200 μA a 5 Amp.
OHMS: 6 portate: da 1 decimo di ohm a 100 Megaohms.
Rivelatore di REATTANZA: 1 portata: da 0 a 10 Megaohms.
CAPACITA': 6 portate: da 0 a 500 pF - da 0 a 0,5 μF e da 0 a 50.000 μF in quattro scale.
FREQUENZA: 2 portate: da 0 a 500 e da 0 a 5000 Hz.
V. USCITA: 9 portate: da 10 V. a 2500 V.
DECIBELS: 10 portate: da — 24 a + 70 dB.

Inoltre vi è la possibilità di estendere ancora maggiormente le prestazioni del **Supertester 680 R** con accessori appositamente progettati dalla I.C.E. Vedi illustrazioni e descrizioni più sotto riportate. Circuito elettrico con speciale **dispositivo per la compensazione degli errori dovuti agli sbalzi di temperatura.** Speciale bobina mobile studiata per un pronto smorzamento dell'indice e quindi una rapida lettura. Limitatore statico che permette allo strumento indicatore ed al raddrizzatore a lui accoppiato, di poter sopportare sovraccarichi accidentali od erronei anche **mille** volte superiori alla portata scelta!!!

IL TESTER PER I TECNICI VERAMENTE ESIGENTI !!!

Strumento antiurto con speciali sospensioni elastiche. Fusibile, con cento ricambi, a protezione errate inserzioni di tensioni dirette sul circuito ohmetrico. Il marchio «I.C.E.» è garanzia di superiorità ed avanguardia assoluta ed indiscussa nella progettazione e costruzione degli analizzatori più completi e perfetti. **PREZZO SPECIALE** propagandistico **L. 21.400** franco nostro stabilimento completo di puntali, pila e manuale d'istruzione. Per pagamenti all'ordine, od alla consegna, **omaggio del relativo astuccio** antiurto ed antimacchia in resinpelle speciale resistente a qualsiasi strappo o lacerazione. Detto astuccio da noi **BREVETTATO** permette di adoperare il tester con un'inclinazione di 45 gradi senza doverlo estrarre da esso, ed un suo doppio fondo non visibile, può contenere oltre ai puntali di dotazione, anche molti altri accessori. Colore normale di serie del **SUPERTESTER 680 R:** grigio.

ACCESSORI SUPPLEMENTARI DA USARSI UNITAMENTE AI NOSTRI "SUPERTESTER 680"

PROVA TRANSISTORS E PROVA DIODI *Transtest* MOD. 662 I.C.E.
Esso può eseguire tutte le seguenti misure: Icbo (Ico) - Iebo (Ieo) - Iceo - Ices - Icer - Vce sat - Vbe hFE (β) per i TRANSISTORS e Vf - Ir per i diodi. Minimo peso: 250 gr. - Minimo ingombro: 128 x 85 x 30 mm. - **Prezzo L. 12.000** completo di astuccio - pila - puntali e manuale di istruzione.

MOLTIPLICATORE RESISTIVO MOD. 25
Permette di eseguire con tutti i Tester I.C.E. della serie 680 misure resistive in C.C. anche nella portata Ω x 100.000 e quindi possibilità di poter eseguire misure fino a Mille Megaohms senza alcuna pila supplementare. **Prezzo L. 3.600**

VOLTMETRO ELETTRONICO con transistori a effetto di campo (FET) MOD. I.C.E. 660.
Resistenza d'ingresso 11 Mohms. Tensione C.C. da 100 mV. a 1000 V. Tensione picco-picco da 2,5 V. a 1000 V. Impedenza d'ingresso P.P. 1,6 Mohms con 10 pF in parallelo. Ohmmetro da 10 K a 100.000 Megaohms. **Prezzo L. 40.000**

TRASFORMATORE MOD. 616 I.C.E.
Per misurare 1-5-25-50-100 Amp. C.A. Dimensioni: 60 x 70 x 30 mm. Peso 200 gr. con astuccio. **Prezzo L. 8.000**

AMPEROMETRO A TENAGLIA *Amperclamp*
per misure amperometriche immediate in C.A. senza interrompere i circuiti da esaminare - 7 portate: 250 mA. - 2,5-10-25-100-250 e 500 Amp. C.A. - Peso: solo 290 grammi. Tascabile! - **Prezzo L. 12.000** completo di astuccio, istruzioni e riduttore a spina Mod. 29.

PUNTALE PER ALTE TENSIONI MOD. 18 I.C.E. (25000 V. C.C.)
Prezzo netto: **L. 5.000**

LUXMETRO MOD. 24 I.C.E.
a due scale da 2 a 200 Lux e da 200 a 20.000 Lux. Ottimo pure come esposimetro!!
Prezzo netto: **L. 12.000**

SONDA PROVA TEMPERATURA
istantanea a due scale:
da — 50 a + 40 °C
e da + 30 a + 200 °C
Prezzo netto: **L. 10.500**

SHUNTS SUPPLEMENTARI (100 mV.) MOD. 32 I.C.E. per portate amperometriche: 25-50 e 100 Amp. C.C.
Prezzo netto: **L. 5.000 cad.**

SIGNAL INJECTOR MOD. 63
Iniettore di segnali.
Esso serve per individuare e localizzare rapidamente guasti ed interruzioni in tutti i circuiti a B.F. - M.F. - VHF. e UHF. (Radio, televisori, registratori, ecc.). Impiega componenti allo stato solido e quindi di durata illimitata. Due Transistori montati secondo il classico circuito ad oscillatore bloccato danno un segnale con due frequenze fondamentali di 1000 Hz e 500.000 Hz; **Prezzo L. 5.000**

GAUSSOMETRO MOD. 27 I.C.E.
Con esso si può misurare l'esatto campo magnetico continuo in tutti quei punti ove necessiti conoscere quale densità di flusso sia presente in quel punto; (vedi altoparlanti, dinamo, magneti ecc.) **Prezzo L. 10.500**

SEQUENZIOSCOPIO MOD. 28 I.C.E.
Con esso si rivela la esatta sequenza di fase per il giusto senso rotatorio di motori elettrici trifasi. **Prezzo L. 5.000**

OGNI STRUMENTO I.C.E. È GARANTITO.
RICHIEDERE CATALOGHI GRATUITI A: **I.C.E.** VIA RUTILIA, 19/18 20141 MILANO - TEL. 531.554/5/6

APRILE 1976

RADIORAMA

SOMMARIO

TECNICA INFORMATIVA

TECNICA PRATICA

LE NOSTRE RUBRICHE

RADIORAMA - Anno XXI - N. 4
Aprile 1976 - Spedizione in abbonamento postale - Gr. III/70
Prezzo del fascicolo L. 800

Direzione - Redazione
Amministrazione - Pubblicità:
Radiorama, via Stellone 5,
10126 Torino, tel. (011) 674.432
(5 linee urbane)

C.C.P. 2/12930

Come funziona un SINTETIZZATORE di frequenza

UN GRAN NUMERO DI FREQUENZE, TUTTE ESTREMAMENTE PRECISE, PUO' ESSERE GENERATO SFRUTTANDO UN UNICO CRISTALLO DI QUARZO

Gli oscillatori controllati a cristallo sono da lungo tempo impiegati in tutte le applicazioni che richiedono segnali aventi frequenza estremamente precisa e con eccellente stabilità a lungo termine. Fino a poco tempo fa, da un dato oscillatore a cristallo poteva essere generata soltanto una singola frequenza fondamentale (piú eventualmente tutte le sue armoniche, cioè le frequenze pari ad un multiplo intero della frequenza fondamentale); oggigiorno invece è stato messo a punto un nuovo tipo di strumento, conosciuto con il nome di sintetizzatore di frequenza, capace di fornire un segnale la cui frequenza può essere scelta tra migliaia di valori diversi e che nello stesso tempo ha le medesime caratteristiche di stabilità e precisione dei segnali prodotti per mezzo di oscillatori controllati a cristallo. Nella maggior parte dei casi l'intero apparecchio richiede l'uso di un solo cristallo.

Il sintetizzatore di frequenza è dunque uno strumento che fornisce, ad un prezzo ragionevolmente basso, forme d'onda periodiche che hanno una qualità adeguata alle esigenze di un laboratorio; esso inoltre è facile da usare ed è caratterizzato dalla massima precisione e da una eccezionale stabilità su una gamma di frequenze che talvolta si estende fino a diverse decine di gigahertz.

Principio di funzionamento - Un sintetizzatore di frequenza è composto essenzialmente da un insieme di circuiti divisori di frequenza, di circuiti generatori di armoniche, di circuiti mescolatori, nonché di altri circuiti comunemente impiegati nella tecnica elettronica. In uno strumento del genere, tutti i circuiti sopra citati contribuiscono a generare un segnale sinusoidale avente una data frequenza, a partire da un oscillatore fondamentale (o "di riferimento") controllato a cristallo, avente frequenza fissa ed altissima stabilità. In alcuni casi possono venire impiegati diversi oscillatori fondamentali nel medesimo strumento, ma il metodo adottato per produrre il segnale finale rimane sempre lo stesso. In ogni caso, il numero di frequenze diverse che è possibile ottenere in uscita è di gran lunga superiore al numero degli oscillatori fondamentali. L'alta stabilità e l'estrema precisione dell'oscillatore principale di riferimento si ritrovano in ogni segnale generato dal sintetizzatore di fre-

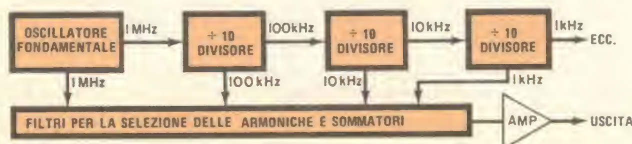


Fig. 1 - Schema di principio per la sintesi di frequenza.

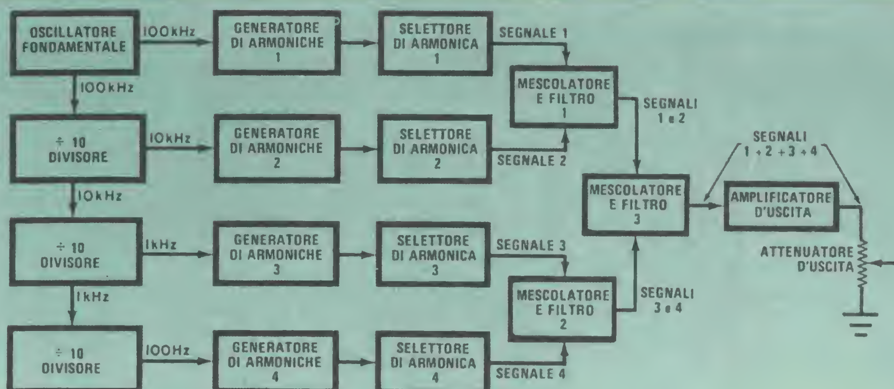


Fig. 2 - Schema a blocchi semplificato di un sintetizzatore di frequenza.

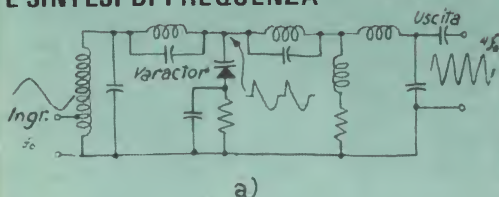
quenza. Le caratteristiche di precisione, di risoluzione, di stabilità a lungo termine e di ripetibilità del segnale prodotto da un sintetizzatore di frequenza sono direttamente legate alle caratteristiche dell'oscillatore fondamentale usato; non di rado tali parametri hanno valori dell'ordine di una parte per miliardo (10^9).

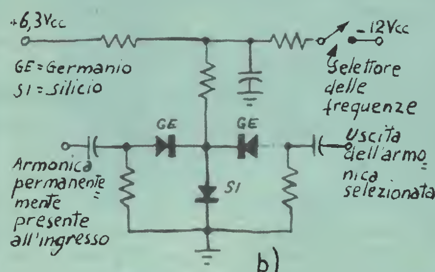
"Sintetizzare" significa, grosso modo, costruire attraverso un processo di combinazione di elementi separati; in un sintetizzatore di frequenza gli elementi che vengono combinati sono le armoniche e le sottoarmoniche della frequenza prodotta dall'oscillatore fondamentale. Tutte le frequenze generate dal sintetizzatore sono perciò in relazione armonica con la frequenza del segnale prodotto dall'oscillatore fondamentale. Grazie alla loro origine comune, tutti i segnali che vengono riuniti durante il processo di sintesi per formare il segnale finale di uscita sono in rigida relazione di fase tra loro; questo fatto semplifica il processo di combinazione di diversi segnali a frequenza diversa, che serve per ottenere nuove frequenze.

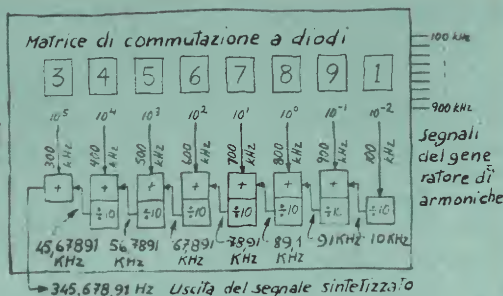
La frequenza del segnale prodotto dall'oscillatore fondamentale viene divisa mediante un processo logico-numerico, cosí da ottenere gli "elementi" che vengono poi utilizzati per formare il segnale in uscita, alla frequenza voluta. Al fine di poter sintetizzare segnali la cui frequenza è prefissata al decimo, al centesimo, o al millesimo di hertz, in alcuni strumenti sono presenti moltissimi stadi divisori e moltissimi generatori di armoniche. Una sintesi di grande precisione richiede l'impiego di circuiti altamente complessi; si noti però che quando un segnale viene introdotto in una catena di divisori, questi non hanno piú alcuna influenza sulla sua precisione intrinseca, che si mantiene inalterata sino al termine della catena.

La *fig. 1* illustra il processo base secondo il quale viene effettuata la sintesi di una frequenza. Il segnale proveniente dall'oscillatore fondamentale viene diviso, con diversi passaggi, in segnali aventi frequenze che sono sottoarmoniche esatte del segnale originario. Le sottoarmoniche sono successivamente ricombinate, in modo da sintetizzare un segnale la cui frequenza ha il valore desiderato. Per fare un esempio, consideriamo il caso in cui l'oscillatore fondamentale generi la frequenza di 1 MHz, ed ogni divisore divida per 10 la frequenza del segnale che giunge al suo ingresso. In tal modo l'uscita dal primo divisore di frequenza risulterà pari a 100 kHz, l'uscita dal secondo divisore di frequenza sarà di 10 kHz, l'uscita dal terzo divisore sarà di 1 kHz, e cosí via; in questo modo vengono generati segnali di frequenza sempre piú bassa, fino a raggiungere, se si vuole, il valore di 1 Hz. Si osservi che ogni divisore fornisce, insieme con il segnale avente frequenza divisa per 10, anche le armoniche dello stesso (questo punto sarà trattato in modo piú approfondito in seguito). Un insieme di filtri selezionabili invia poi le armoniche di valore opportuno ad una successione di miscelatori e filtri, che formano

GENERAZIONE DI ARMONICHE E SINTESI DI FREQUENZA







I generatori di armoniche usati nei sintetizzatori di frequenza sono normalmente generatori del tipo "a pettine"; tali dispositivi sono composti da diodi del tipo "step-recovery" (diodi a capacità variabile, detti anche "varactor"®) e da un gruppo di filtri. Questi ultimi sono impiegati per scegliere la frequenza del segnale d'uscita tra un insieme di valori, tutti in relazione armonica con la frequenza del segnale d'ingresso.

La resistenza e la capacità del diodo cambiano in funzione del valore istantaneo del segnale d'ingresso e questo comportamento rende la forma d'onda d'uscita del tutto diversa da quella d'entrata. Come mostrato nella fig. a), *un segnale sinusoidale applicato all'ingresso del generatore di armoniche viene trasformato in una forma d'onda avente la stessa periodicità, ma costituita da impulsi caratterizzati da un tempo di salita molto rapido e ricchi di armoniche. Facendo passare questa forma d'onda attraverso un opportuno filtro, è possibile estrarre le singole armoniche, anche di ordine elevato, da usare per la sintesi di altre frequenze.*

Le frequenze prodotte dal generatore di armoniche vengono poi normalmente inviate ad una matrice di commutazione composta da diodi. Il funzionamento della matrice è comandato da tensioni continue, che sono inviate alla matrice dai commutatori per la selezione della frequenza, disposti sul pannello frontale dello strumento. Lo schema riportato nella fig. b) *rappresenta in modo semplificato il circuito di commutazione piú comune utilizzante diodi.*

La tensione continua di controllo da applicare alla matrice di commutazione a diodi arriva normalmente dai commutatori esistenti sullo strumento, ma può anche essere inviata dall'esterno, attraverso opportuni connettori disposti sul pannello posteriore del sintetizzatore. I modelli di sintetizzatori piú perfezionati hanno la possibilità di essere programmati per mezzo di memorie logiche a sola lettura (ROM) incorporate, in modo da ottenere i valori desiderati dei parametri del segnale.

Ognuno degli otto commutatori a dieci posizioni esistenti nell'insieme mostrato nella fig. c *può essere utilizzato per selezionare una qualunque delle nove componenti armoniche della frequenza di 100 kHz applicate alla matrice di commutazione. Le componenti armoniche scelte vengono poi inviate a mescolatori bilanciati ed a stadi che effettuano una divisione per 10, i quali elaborano il segnale e forniscono in uscita la frequenza desiderata. Quando un commutatore è posizionato sullo zero, nessuna componente armonica viene selezionata.*

un segnale la cui frequenza è pari al valore desiderato.

Nei circuiti di un sintetizzatore di frequenza, la maggior parte dei segnali esistenti tra l'oscillatore fondamentale ed il circuito per la selezione delle armoniche consiste in forme d'onda rettangolari; questo fatto permette di semplificare gli stadi divisori di frequenza, per i quali si può far ricorso a multivibratori, circuiti che per un corretto funzionamento richiedono appunto forme d'onda rettangolari caratterizzate da rapidi fronti di salita e di discesa.

Realizzazione pratica - Fino a questo momento abbiamo esaminato il funzionamento del sintetizzatore di frequenza dal punto di vista teorico; lo schema a blocchi riportato nella *fig. 2* rappresenta invece, se pure ancora in modo alquanto sommario, la costituzione pratica di un sintetizzatore di frequenza. Come nello schema della *fig. 1*, l'oscillatore fondamentale che compare nella *fig. 2* invia il segnale generato su due diverse vie.

A titolo di esempio, consideriamo il caso in cui l'oscillatore fondamentale genera un segnale a 100 kHz; questo segnale viene inviato direttamente, cioè senza subire alcuna divisione di frequenza, al generatore di armoniche n. 1, il quale ha lo scopo di produrre in uscita un segnale composto da tutte le armoniche della frequenza fondamentale (per maggiori dettagli sul funzionamento del circuito generatore di armoniche si veda l'inserto di pag. 7).

Il segnale di uscita dell'oscillatore fondamentale viene inviato anche ad una catena di circuiti divisori di frequenza, ognuno dei quali riduce la frequenza del segnale che gli arriva nel rapporto 10/1; si generano cosí frequenze sottoarmoniche della fondamentale. Il numero di stadi che compone la catena di divisione di un dato sintetizzatore di frequenza è tanto piú alto quanto piú piccola è la variazione minima che si desidera poter dare alla frequenza generata; per motivi di semplicità, nel nostro esempio ci limiteremo a supporre che esistano solamente tre stadi divisori di frequenza: in questo caso essi formeranno la decima, la centesima e la millesima sottoarmonica della fondamentale.

A questo punto abbiamo a disposizione quattro frequenze diverse: quella a 100 kHz generata dall'oscillatore fondamentale; la decima sottoarmonica a 10 kHz; la centesima sottoarmonica a 1 kHz e la millesima sottoarmonica a 100 Hz. Questi quattro segnali sono inviati ad altrettanti circuiti dal comportamento decisamente non lineare (generatori di armoniche), i quali forniscono in uscita un segnale comprendente tutte le armoniche del corrispondente segnale d'ingresso. All'uscita di ognuno dei quattro circuiti generatori di armoniche sono cioè presenti, oltre la prima armonica (vale a dire la frequenza d'ingresso stessa), la seconda armonica, la terza armonica, la quarta armonica e cosí via, sino alla decima armonica ed anche oltre. Ciò significa che all'uscita del generatore di armoniche n. 2 è presente un segnale avente componenti a 10 kHz, 20 kHz, 30 kHz, ecc.; all'uscita del generatore di armoniche n. 3 sono invece presenti componenti a 1 kHz, 2 kHz, 3 kHz, ecc., mentre all'uscita del generatore di armoniche n. 4 vi sono segnali a 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz, ecc.

Il circuito denominato "generatore di armoniche" non è altro che un circuito capace di elaborare la forma d'onda in modo da renderne assai ripidi i fronti di salita e di discesa (le forme d'onda con caratteristiche impulsive sono infatti composte da un gran numero di segnali sinusoidali aventi frequenze in relazione armonica tra loro). Il segnale in uscita dal generatore di armoniche è dunque costituito da una forma d'onda rettangolare contenente tutte le componenti armoniche, che poi vengono opportunamente utilizzate per sintetizzare la frequenza desiderata; disponendo in modo opportuno i comandi del sintetizzatore, le necessarie componenti armoniche sono inviate al circuito



Fig. 3 - Il sintetizzatore di frequenza mod. 5500, prodotto dalla Rockland Systems, ha una gamma di frequenze da 10 Hz a 40 MHz, selezionabili a passi di 1 Hz.



Fig. 4 - Il modello 3330 B, della Hewlett-Packard, usa interruttori a pulsante per la selezione automatica della componente armonica desiderata.

mescolatore.

In base al posizionamento dei diversi comandi che servono per selezionare il valore di frequenza desiderato, all'uscita di ciascun generatore di armoniche viene prelevata una ben determinata armonica che viene poi inviata all'ingresso di un opportuno mescolatore. A ciascun circuito di mescolazione e filtraggio viene mandata una coppia di frequenze, che si combinano secondo il principio dell'eterodina; il segnale in uscita dal mescolatore contiene perciò componenti aventi frequenze pari alle due d'ingresso, alla loro somma od alla loro differenza. L'azione di filtraggio aggiunta ad ogni circuito mescolatore fa sí che soltanto la componente avente frequenza pari alla somma delle due frequenze d'ingresso esca effettivamente dal complesso di mescolazione e di filtraggio; le due componenti aventi frequenza pari alle due frequenze originali e la componente con frequenza pari alla differenza delle due vengono attenuate ad un livello che è circa 70 dB ÷ 90 dB al di sotto di quello del segnale prodotto dall'oscillatore fondamentale.

Il segnale che esce dall'ultimo stadio di mescolazione e filtraggio ha frequenza pari al valore richiesto; da questo punto in poi viene fatto passare attraverso circuiti amplificatori od attenuatori di struttura tradizionale, in modo da poter regolare le caratteristiche del segnale che esce dallo strumento, proprio come nei normali generatori di segnali.

Categorie di sintetizzatori - Esistono due categorie fondamentali di sintetizzatori di frequenza: la prima è costituita dai sintetizzatori che sono impiegati come parte di un altro strumento (ad esempio i sintetizzatori che si trovano nei ricetrasmettitori per CB); la seconda categoria comprende tutti i sintetizzatori che sono usati come strumenti indipendenti. I sintetizzatori della prima categoria devono avere un sistema di selezione della frequenza cablato in modo che possano venir generati solo i segnali aventi le frequenze richieste per la specifica applicazione, e nessun altro, qualunque sia la posizione dei comandi esistenti sullo strumento. Gli apparecchi della seconda categoria sono di gran lunga piú flessibili di quelli della prima, e con essi è possibile la selezione e la sintesi di un numero quasi illimitato di frequenze.

Le operazioni necessarie per predisporre

un sintetizzatore della seconda categoria a generare un segnale di una data frequenza sono assai semplici. A seconda della casa costruttrice e del modello, sullo strumento si trova un insieme di commutatori rotanti a dieci posizioni, oppure un gruppo di pulsanti, i quali hanno il compito di permettere la selezione delle armoniche. Il numero dei commutatori rotanti (e in alcuni casi anche quello degli interruttori a pulsante) dipende dal numero di decadi abbracciate dal campo di funzionamento dello strumento; un esempio di strumento con commutatori rotanti è il sintetizzatore di frequenza prodotto dalla Rockland Systems Corp., illustrato nella *figura 3*. Gli strumenti che invece fanno uso di interruttori a pulsante per selezionare le armoniche, quali ad esempio i sintetizzatori di frequenza prodotti dalla Hewlett-Packard (uno dei quali è riprodotto nella *fig. 4*), impiegano di solito un numero fisso di pulsanti. Oltre ad essere dotati di interruttori per la selezione delle armoniche, i sintetizzatori di frequenza sono anche provvisti di un indicatore numerico che mostra il valore esatto della frequenza prescelta.

A titolo di esempio, supponiamo che si desideri ottenere all'uscita dello strumento un segnale con frequenza pari a 347,1 kHz, (cioè 347.100 Hz). Si rammenti che la frequenza del segnale d'uscita è uguale alla somma delle frequenze delle componenti armoniche scelte. Facendo riferimento alla *fig. 2,* si dovranno porre i comandi dei selettori di armonica, dal primo al quarto, rispettivamente in posizione 3, 4, 7 e 1. Questa disposizione rende possibile la selezione di componenti armoniche aventi frequenza rispettivamente pari a 300 kHz, 40 kHz, 7 kHz e 100 Hz. La somma di queste componenti costituisce il segnale di uscita, la cui frequenza risulta appunto pari a 347,1 kHz. Se si avesse invece a disposizione uno strumento con comando a pulsanti, come quello prodotto dalla Hewlett-Packard, si dovranno premere i tasti contraddistinti dai simboli 3, 4, 7, virgola, 1, e infine kHz; oppure 3, 4, 7, 1, 0, 0, e infine Hz.

Si osservi che il numero totale di armoniche presenti all'uscita di ogni generatore di spettro resta sempre costante; lo stesso vale per il segnale presente all'uscita dell'oscillatore fondamentale e dei circuiti per la divisione di frequenza. Le uniche grandezze variabili in tutto il circuito sono le frequenze dei segnali che i singoli selettori di armonica lasciano passare verso i circuiti di mescolazione e filtraggio.

Dove sono usati - I sintetizzatori di frequenza costituiscono un mezzo molto semplice per generare un segnale di frequenza qualunque, compresa in una banda che spesso si estende per molte decadi. Essi riuniscono i vantaggi propri di un oscillatore a larga banda, regolabile con continuità sulla frequenza desiderata, con quello della precisione in frequenza ottenibile da un oscillatore controllato a cristallo, che di per sé avrebbe però frequenza fissa. Queste prestazioni suscitano naturalmente un considerevole interesse nel tecnico, cosa dimostrata dal fatto che i sintetizzatori di frequenza stanno prendendo sempre piú piede anche come componenti di altri strumenti.

Gli apparecchi radiotrasmittenti, i ricevitori ed i ricetrasmettitori di tipo perfezionato vengono attualmente costruiti in modo da usare il processo della sintesi di frequenza, e da permettere cosí una rapida e precisa sintonizzazione. Nei centri di ricerca e nei laboratori di manutenzione e riparazione, i sintetizzatori di frequenza vengono sempre piú impiegati in luogo dei tradizionali generatori di segnali, non soltanto perché rendono possibile un miglioramento della precisione di almeno un ordine di grandezza, ma anche perché con essi la selezione delle frequenze può avvenire rapidamente, mediante il posizionamento di pochi commutatori. Si evita cioè la lenta procedura di impostazione della frequenza per mezzo di una manopola graduata e la successiva verifica con un separato contatore di frequenza.

Per l'impostazione della frequenza, al posto dei commutatori possono venire impiegati relé. Usando un sintetizzatore in questo modo, è possibile ad esempio eseguire le operazioni di controllo e di prova di un'apparecchiatura in modo automatico, sotto la guida di un cervello elettronico.

La natura numerica delle operazioni e dei circuiti tipici dei sintetizzatori di frequenza rende possibile, sotto il controllo di un'apparecchiatura numerica, l'allacciamento sia in frequenza sia in fase di segnali prodotti da sintetizzatori diversi, posti anche a grande distanza l'uno dall'altro. Una simile operazione sarebbe difficile da realizzare con generatori di segnali di tipo tradizionale, mentre è relativamente semplice lavorando nel campo dei circuiti numerici. ★





Realizzazione pratica dell'interruttore di luce della fig. 3. A sinistra, la lampada di calibratura, che viene azionata da un trasmettitore RF.

FOTOCELLULE A STATO SOLIDO PER DILETTANTI

COME USARE NEI CIRCUITI PRATICI I SEMICONDUTTORI SENSIBILI ALLA LUCE

In un articolo precedente abbiamo preso in considerazione vari tipi di fotocellule, esaminandone le caratteristiche generali; vedremo ora come le fotocellule vengono impiegate nelle applicazioni pratiche.

In alcuni dei circuiti che descriveremo in questo articolo è stata usata una fotocellula NSL-446, della National Semiconductors, avente un rapporto di resistenza luce/oscurità di circa 1 : 1.000 (11.400 Ω alla luce e 12.000 kΩ nell'oscurità). La massima tensione di picco è di 420 V alla potenza di picco di circa 1 W. Tali caratteristiche, che sono tipiche di molte cellule fotoconduttrici di alta potenza, rendono questa fotocellula adatta per una vasta gamma di funzioni sensitive e di controllo. In circuiti analoghi possono anche essere usate fotocellule di bassa potenza come il tipo P-41,108 della Edmund Scientific Corp, che può essere utilizzata, ad esempio, per controllare un relé con bobina da 0,2 W invece di impiegare la fotocellula 446, che richiede 1 W.

Un buon sistema per fare esperimenti con fotocellule senza danneggiarle consiste nell'usare pinzette a bocca di coccodrillo per collegamenti temporanei; molte cellule con terminali a piedini sono sensibili al calore e quindi, sia i substrati sia i materiali sensibili alla luce possono danneggiarsi per le frequenti saldature. Per sicurezza, si usi un semplice utensile dissipatore di calore o pinze a becchi lunghi quando si effettuano le saldature.

Sistema di controllo azionato dalla luce diurna - Un'applicazione basilare per la fotocellula NSL-446 è il "guarda-casa" riportato nella *fig. 1.* La fotocellula viene esposta alla luce esterna e chiude automaticamente il circuito di una lampada quando il sole tramonta. Il potenziometro R2 e il relé K1 limitano la corrente della fotocellula; il diodo D1 è un raddrizzatore a semionda e il condensatore C1 elimina le vibrazioni del relé. Nelle ore di luce diurna, la resistenza della fotocellula è bassa e il relé viene tenuto chiuso, perciò il circuito della lampada è aperto. Quando la resistenza della fotocellula aumenta con il calare della luce, il relé si apre e viene data tensione al circuito della lampada. La lampadina spia al neon indica che l'apparato è acceso e pronto a funzionare.

Interruttori periodici - Se il circuito riportato nella *fig. 2* (denominato "interruttore periodico fotoelettrico") viene usato con un normale oscilloscopio di tipo c.a., questo può essere utilizzato per mostrare segnali c.c. La fotocellula, PC1, è accoppiata otticamente ad una lampadina al neon da 1/4 W. Poiché la fotocellula viene portata in conduzione e all'interdizione dalla frequenza a 50 Hz

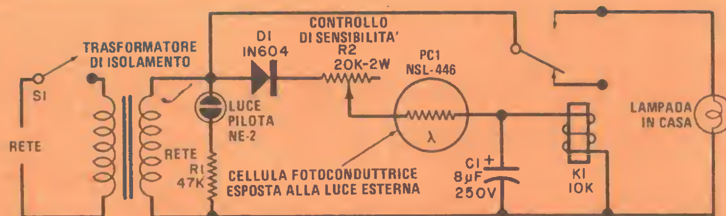


Fig. 1 - La semplicità di applicazione delle cellule fotoconduttrici è dimostrata in questo progetto costruttivo. Il "guarda-casa" cessa di condurre nella notte facendo aprire il relé ed accendere la lampada.

di lampeggiamento della lampadina al neon, un segnale c.c. applicato all'entrata del circuito viene interrotto periodicamente ed appare ai capi di R2 come segnale c.a. Una alta entrata c.c. fornisce un analogo aumento dell'ampiezza dell'uscita c.a. Questo sistema funziona bene in molte applicazioni non critiche. La corrente d'eccitazione può essere derivata dall'alimentatore dell'oscilloscopio.

L'elaborazione c.a. di un segnale c.c. proveniente da una fotocellula è desiderabile in molte applicazioni nelle quali l'intrinseca deriva di amplificatori c.c. diretti (compresi molti IC di basso costo) non può essere tollerata. Nel sistema illustrato nella *fig. 3,* per esempio, una ruota azionata da un motore interrompe periodicamente la luce che va alla fotocellula. La frequenza dell'interruttore periodico elettromeccanico è determinata dal numero di aperture nella ruota e dalla velocità di rotazione. Se, per esempio, la ruota viene azionata da un motore sincrono a 1.500 giri al minuto ed ha quattro fori, la frequenza effettiva di interruzione periodica è: (1.500/50) x 4 = 120 Hz. La c.c. interrotta periodicamente (in realtà un segnale ad onda quadra) ai capi di R1 viene amplificata e applicata, attraverso un raddrizzatore ad onda intera, ad uno strumento indicatore.

Impieghi audio - Le cellule fotoconduttrici possono essere usate nel campo audio in molti esperimenti affascinanti ed economici. Il circuito riportato nella *fig. 4,* per esempio, fornisce un segnale di ritorno controllato dalla luce per un amplificatore audio. Se la intensità della lampadina (controllata da S1) è sufficiente ad abbassare la resistenza della fotocellula, parte del segnale d'uscita dell'amplificatore viene rimandata in entrata. In

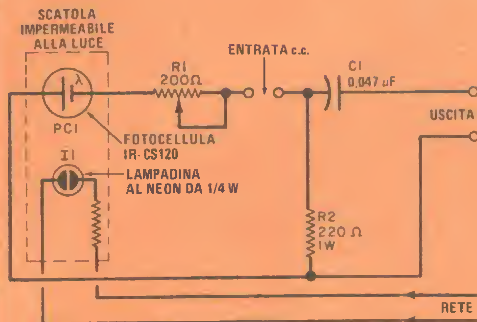


Fig. 2 - Interruttore periodico fotoelettrico per convertire la c.c. in c.a. di ampiezza variabile per un oscilloscopio.

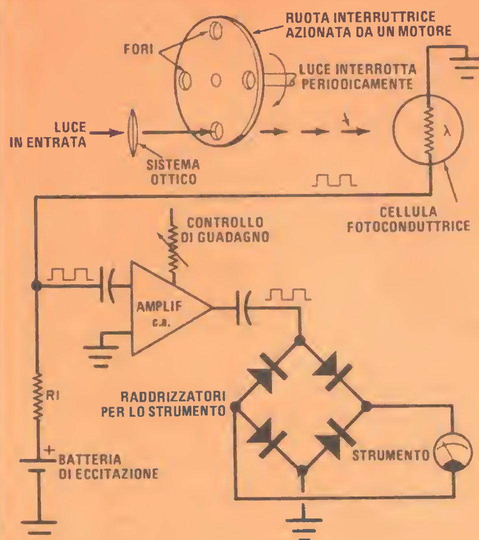


Fig. 3 - L'interruttore elettromeccanico periodico di luce è composto da una ruota di apertura rotante, da un amplificatore e da uno strumento.

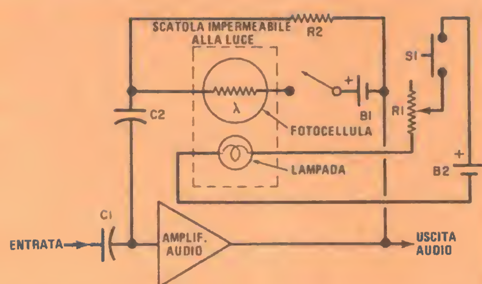


Fig. 4 - Ritorno di segnale con fotocellula per speciali effetti audio.

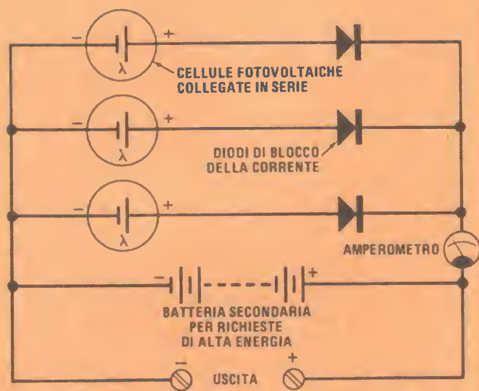


Fig. 5 - Cellule solari collegate in serie-parallelo.

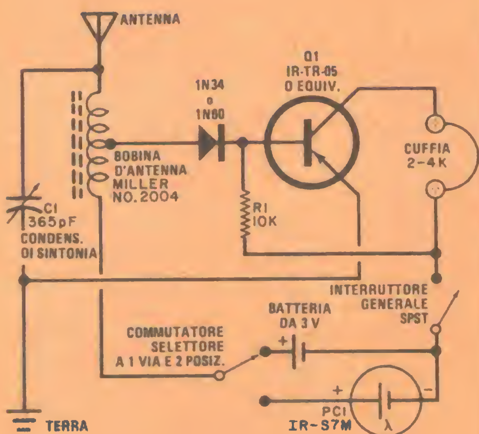


Fig. 6 - Radioricevitore d'emergenza alimentato dal sole.

relazione con la luminosità della lampadina, regolata con il potenziometro R1, si possono ottenere potenti oscillazioni di intensità variabile; in tal modo, l'amplificatore può essere convertito in un generatore di segnale di "fine" a frequenza singola ed essere d'aiuto, ad esempio, nel tagliare nastri matrici.

Volendo, l'amplificatore può azionare uno strumento musicale ad effetti speciali; la fotocellula può essere attivata dalla luce dominante di un organo a colori durante le sequenze originali dei bassi profondi e l'uscita della fotocellula può azionare un tamburo a solenoide.

Nel circuito della *fig. 4,* R2 fornisce una corrente per mantenere attiva la fotocellula. Poiché la sua resistenza è alta, non si ha reazione se non nel caso in cui i valori resistivi del circuito vengano abbassati dalla fotocellula attivata. I migliori risultati si ottengono effettuando diversi esperimenti pratici, fino ad ottenere un funzionamento ottimo.

Generatori di energia - Le cellule fotovoltaiche vengono soprattutto usate come sorgenti di energia c.c. Come si vede nella *fig. 5,* cellule al silicio o al selenio in serie possono fornire correnti di carica ad una batteria secondaria con diodi di blocco della corrente per proteggere le cellule dalla corrente inversa. L'amperometro (facoltativo) indica l'intensità totale della carica.

In applicazioni tipiche, le batterie solari vengono usate come caricabatterie in tampone per batterie normali e sono in grado di fornire un'alta energia c.c. (100 A o piú) per pochi minuti alla volta. Questo sistema viene usato soprattutto nei satelliti ove fotocellule al silicio sono sistemate in complessi montati sul satellite stesso.

Un eccellente montaggio per dilettanti è il radioricevitore d'emergenza alimentato dal sole riportato nella *fig. 6;* è semplice, affidabile ed è dotato anche di una batteria da 3 V di riserva per le giornate senza sole. Per l'uso a terra o sul mare, il ricevitore funziona meglio con una vera terra e un'antenna lunga. La terra può essere costituita da un'incastellatura metallica o da una piastra sommersa nel caso di una imbarcazione. Per migliorare la potenza d'uscita si può aggiungere un piccolo amplificatore a transistori. I collegamenti e la disposizione delle parti non sono critici, ma i componenti elettronici devono essere racchiusi in un solido contenitore metallico. ★

UNA PROFESSIONE NUOVISSIMA PER I GIOVANI CHE HANNO FRETTA DI AFFERMARSI E DI GUADAGNARE. MOLTO.



I PROGRAMMATORI

Davvero non c'è tempo da perdere. Entro i prossimi 5 anni saranno necessari almeno 100.000 tecnici qualificati nella Programmazione ed Elaborazione dei Dati, altrimenti migliaia di calcolatori elettronici, già installati, rischieranno di rimanere bloccati e inutilizzati.
Del resto, già oggi per le Aziende diventa difficile trovare dei giovani preparati in questo campo (basta guardare gli annunci sui giornali).

Per venire incontro alle continue richieste e per offrire ai giovani la possibilità di un impiego immediato, di uno stipendio superiore alla media e di una carriera rapidissima, la SCUOLA RADIO ELETTRA ha istituito un nuovissimo corso per corrispondenza:
PROGRAMMAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI
In ogni settore dell'attività umana i calcolatori elettronici hanno assunto il ruolo di centri vitali, motori propulsori dell'intero andamento aziendale. Per questo non possono rimanere inattivi. E per questo le Aziende commerciali o industriali, pubbliche o private, si contendono (con stipendi sempre più alti) i giovani che sono in grado di "parlare" ai calcolatori e di sfruttarne in pieno le capacità.

LA SCUOLA RADIO ELETTRA VI FA DIVENTARE PROGRAMMATORI IN POCHI MESI.
Attenzione: a questo corso possono iscriversi tutti; non si richiede una preparazione precedente, ma solo attitudine alla logica.





Seguendo, a casa Vostra, il nostro corso di Programmazione ed Elaborazione dei Dati, imparerete tutti i più moderni "segreti" sul "linguaggio" dei calcolatori. E li imparerete non con difficili e astratte nozioni, ma con lezioni pratiche e continui esempi. La Scuola Radio Elettra dispone infatti di un modernissimo e completo Centro Elettronico dove potrete fare un turno di pratica sulla Programmazione, che vi consentirà un immediato inserimento in una qualsiasi Azienda.
IMPORTANTE: al termine del corso la Scuola Radio Elettra rilascia un attestato da cui risulta la Vostra preparazione.
Nel Vostro interesse, richiedeteci subito maggiori informazioni.
Mandateci il vostro nome, cognome e indirizzo: vi forniremo, gratis e senza alcun impegno, una splendida e dettagliata documentazione a colori.



Scuola Radio Elettra
Via Stellone 5/633
10126 Torino

dolci 693



LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

NOVITÀ

RADIO COMUNICAZIONI PER CB E AMATORI,
di W. Favaro, pagg. VIII - 232, L. 12.000 - Biblioteca Tecnica Philips, Edizioni C.E.L.I., Bologna.

Questo volume è destinato, come dichiara lo stesso autore nella Prefazione, particolarmente ai CB ed ai radioamatori, oltre che, in special modo, a tutti coloro i quali per professione non sono legati ai problemi tecnici relativi alle telecomunicazioni e che si dedicano al campo radio esclusivamente per hobby.

Lo scopo del lavoro è quello di rendere gli appassionati in questo campo edotti del comportamento di un radiotelefono, nei termini della portata e dei fenomeni a cui è legata, illustrando nel contempo come esso possa fornire prestazioni molto al di sopra di quelle previste, se installato secondo opportuni criteri.

Nell'opera spesso vengono illustrate e descritte apparecchiature per radioamatori e il motivo è quello della maggior completezza e complessità degli apparati, dovute anche alle piú alte frequenze utilizzate ed alle maggiori potenze a loro concesse.

LIBRARIE

CORRENTI ALTERNATE, di J. M. Gregory,
pagg. 56, L. 1.600 - Zanichelli Editore, Bologna.

La Casa editrice Zanichelli, già nota per l'impegno dimostrato nella pubblicazione di numerose opere scientifiche o di divulgazione delle scienze, ha recentemente dato l'avvio ad una nuova collana, "Argomenti Scientifici Zanichelli", la cui caratteristica si individua proprio in una precisa collocazione scientifica, a mezza strada fra un livello puramente divulgativo ed uno a carattere strettamente specialistico.

Ogni volume di questa interessante collana scientifica, da considerarsi a sé stante, è dedicato ad uno specifico argomento di particolare importanza della chimica, della fisica oppure della biologia.

Tuttavia, fra i volumi che trattano la medesima materia, sono ricercati i collegamenti ed evitate le sovrapposizioni.

Tra le varie monografie già pubblicate, ricordiamo in particolare "Correnti alternate" (traduzione di G. Costantini), riguardante un argomento che riveste grande importanza nel mondo moderno.

In questo trattato vengono presi in esame i principi fondamentali delle correnti alternate e le principali applicazioni, sia per la generazione dell'energia elettrica, sia come motori.

L'esposizione è fatta in modo organico ed autosufficiente, senza richiedere al lettore una preparazione matematica particolarmente approfondita.

Ricetrasmettitore per CB Realistic TRC-24B



Un'unità per uso mobile a 23 canali, dotata di un efficiente circuito per la soppressione del rumore.

Il ricetrasmettitore per CB Mod. TRC-24B della Realistic Model è un apparecchio per MA costruito in conformità alle norme stabilite negli Stati Uniti dalla FCC; funziona alla massima potenza ammessa, e la sua sintonia è controllata, sui ventitré canali, da un sintetizzatore di frequenza.

L'apparecchio, completamente a semiconduttori e molto compatto, è dotato di un sistema assai efficiente per il silenziamento del rumore; tale sistema consiste in una porta, posta in serie alla via del segnale negli stadi ad alta frequenza, la cui chiusura viene comandata da un circuito sensibile al rumore. Le altre caratteristiche dell'apparecchio sono quelle usuali: squelch regolabile, presa per altoparlante esterno, funzionamento come amplificatore per diffusione sonora, sintonia fine, strumento di misura dell'intensità del segnale ricevuto e del valore relativo della potenza d'uscita, indicatore del passaggio in trasmissione.

Il ricetrasmettitore è fornito con un microfono dinamico disinseribile e con gli accessori necessari per il montaggio su mezzi mobili.

Il ricevitore - Questa parte dell'apparecchio è a doppia conversione, con frequenze intermedie di 11.275 kHz e 455 kHz. Lo stadio amplificatore a radiofrequenza, posto all'ingresso del ricevitore, è del tipo neutralizzato ed unisce perciò una buona stabilità ad un'elevata sensibilità; nelle misure effettuate, quest'ultimo parametro è risultato di 0,4 μV per un rapporto (S + R)/R di 10 dB, con segnale a 1 kHz e modulazione del 30%.

Il valore elevato della prima frequenza intermedia permette di avere una buona reiezione del segnale immagine: nel corso delle prove, essa è risultata di 60 dB. Il secondo mescolatore ha una struttura abbastanza singolare, in quanto è del tipo bilanciato ed usa due transistori; questo genere di circuito riduce al massimo la presenza di segnali spuri

(nelle prove questi ultimi sono risultati attenuati di almeno 50 dB). Alla soppressione dei segnali spuri contribuisce anche l'accoppiamento tra i due mescolatori, che è del tipo passa-banda. La reiezione dei segnali con frequenza pari alla frequenza intermedia è risultata di 80 dB.

Il secondo mescolatore è anche usato come elemento di commutazione per interrompere momentaneamente il percorso del segnale quando sono presenti impulsi di rumore; il fatto che si tratti di un circuito bilanciato elimina anche i rumori causati dai transitori di commutazione, che si manifesterebbero con altre strutture circuitali. Il sistema risulta perciò molto efficiente.

Lo stadio che rivela la presenza degli impulsi di rumore e comanda l'interruzione del percorso del segnale ha una struttura piuttosto inusuale: gli impulsi di rumore vengono rivelati su un segnale prelevato direttamente dall'antenna ed amplificato in due stadi a radiofrequenza, accordati su una banda di frequenza appena al di fuori della gamma CB.

Due filtri ceramici, che lavorano sulla frequenza intermedia di 455 kHz, determinano la selettività del ricevitore, che è risultata piuttosto buona, cioè tale da garantire una soppressione di almeno 50 dB dei canali adiacenti. La banda passante globale (compresi cioè anche gli stadi ad audiofrequenza) misurata tra i punti di taglio a 6 dB, è risultata di 450 Hz ÷ 2 kHz.

Il livello di intervento dello squelch è apparso variabile tra 0,5 μV e 1.000 μV. Nelle prove il sistema di controllo automatico del guadagno ha limitato a 6 dB la variazione del segnale audio in uscita, causata da una variazione dell'ingresso a radiofrequenza da 1 μV a 10 μV (cioè di 20 dB), ed a 5 dB quella causata da una variazione dell'ingresso da 10 μV a 10.000 μV (cioè di 60 dB). Per ottenere l'indicazione S9 sullo strumento misuratore dell'intensità del segnale ricevuto è risultata necessaria una tensione di ingresso di 300 μV.

La regolazione fine di sintonia è ottenuta con un commutatore a levetta a tre posizioni, che sposta la frequenza di una quantità fissa verso l'alto o verso il basso. Nell'apparecchio sottoposto a prova gli spostamenti erano di +1.425 Hz e -2.450 Hz.

Le frequenze necessarie per il funzionamento dell'apparecchio sono ottenute da un sistema che fa uso di dodici cristalli: sei funzionano intorno ai 23.390 kHz, quattro intorno ai 14.960 kHz, uno (usato in ricezione) su 11.730 kHz, ed uno (usato in trasmissione) su 11.275 kHz. Per minimizzare le possibili frequenze spurie vengono impiegati, dove necessario, filtri passa-banda.

La massima potenza d'uscita erogata dall'amplificatore audio, in ricezione o nel funzionamento come amplificatore per diffusione sonora, è risultata di 3,5 W, misurata con un segnale a 1 kHz su un carico di 8 Ω e con distorsione del 5%; oltre questo valore di potenza, le creste della sinusoide in uscita cominciano ad essere tagliate.

Il trasmettitore - Il trasmettitore è di struttura tradizionale, con gli stadi pilota e finale di potenza modulati sul circuito di collettore mediante il segnale vocale amplificato dagli stessi stadi ad audiofrequenza usati dal ricevitore. Sul circuito di uscita si trovano una rete di adattamento e filtraggio ed una trappola per i segnali che potrebbero disturbare trasmissioni televisive. La commutazione tra ricezione e trasmissione è effettuata senza l'uso di relé.

Alimentando l'apparecchio con 13,8 V, si è misurata una potenza d'uscita della sola portante di 4 W. La modulazione del 100% è stata raggiunta con distorsione contenuta entro il 4% (a 1 kHz); aumentando il livello del segnale vocale di 6 dB rispetto al valore necessario per ottenere la modulazione del 100%, la distorsione è salita al 10%. L'apparecchio è dotato di un sistema di controllo automatico della profondità di modulazione, che mantiene questa grandezza tra il 50% ed il 100%. Il sistema limita al livello del 100% i picchi positivi di modulazione, ma non quelli negativi; tuttavia, l'interferenza sui canali vicini, misurata secondo le norme EIA, con un segnale a 2.500 Hz, è risultata almeno 45 dB al di sotto del segnale utile. La risposta globale in frequenza, misurata tra i punti di taglio a 6 dB, è stata di 255 Hz ÷ 4.800 Hz. La precisione di frequenza, per i diversi canali è risultata compresa tra -174 Hz e -678 Hz.

Questo ricetrasmettitore è progettato per essere collegato esclusivamente ad impianti aventi alimentazione con negativo a massa; il circuito di alimentazione dell'apparecchio è dotato di una protezione contro l'inversione di polarità e di un filtro per la riduzione dei rumori che potrebbero pervenire al dispositivo attraverso il cordone di alimentazione. ★

FOTOMETRO A LARGA BANDA E MISURATORE DI ESPOSIZIONE PER INGRANDITORI

PER I PIÙ ESPERTI

Questo valido accessorio per la camera oscura copre un vasto spettro di intensità luminose e di tempi di esposizione

Chi effettua tipi vari di ingrandimenti fotografici, di stampe a contatto, di misure di intensità della luce, ecc. necessita di un fotometro misuratore anche del tempo di esposizione. Quello che presentiamo è uno strumento ad alta risoluzione con varie gamme, che possono essere estese usando filtri neutri.

Le gamme dei tempi di esposizione vanno da zero a 25 sec, 50 sec e 100 sec con qualsiasi multiplo o gamma intermedia desiderata. Un controllo di calibratura consente di tenere conto delle differenze nella velocità della carta sensibile e di altri fattori. Varie gamme di contrasto aiutano nella scelta del grado della carta sensibile.

Lo strumento incorpora un sistema di illuminazione della scala dello strumento ed un circuito integrato amplificatore operazio-



nale ad alta stabilità, che entra in funzione istantaneamente; non presenta derive ed è immune dalle variazioni della tensione di rete. Per sentire la luce misurata, viene usata una fotocellula al solfato di cadmio lineare e ad alta velocità.

Il circuito - Nel circuito misuratore di luce semplificato riportato nella *fig. 1-a,* con l'aumentare dell'intensità della luce su PC1, la resistenza della fotocellula diminuisce e ciò causa un aumento della corrente d'entrata, I_E. La corrente di ritorno (I_F) nel resistore di gamma luminosa R produce una tensione (V_F) ai capi di questo resistore, tensione che è la stessa di V_U. Di conseguenza, M1 indica in proporzione diretta l'intensità della luce.

Nel circuito base misuratore di tempo riportato nella *fig. 1-b,* PC1 è inserita nel circuito di ritorno del segnale dell'amplificatore operazionale. Il potenziometro di calibratura R14 predispone la corrente d'entrata e la corrente di ritorno ad un livello fisso. Diminuendo l'intensità della luce che colpisce PC1, la resistenza della fotocellula aumenta e le correnti d'entrata e di ritorno rimangono uguali e invariate ma aumentano le tensioni di ritorno e d'uscita. Perciò, le indicazioni dello strumento sono inversamente proporzionali all'intensità della luce che cade su PC1. Una giusta disposizione di R14 consente una lettura diretta in secondi su M1.

Lo schema completo del fotometro-temporizzatore è riportato nella *fig. 2.* Il commutatore S2 fornisce i modi di livello luminoso o di tempo, mentre S1 viene usato per scegliere la portata luminosa. Un'alimenta-

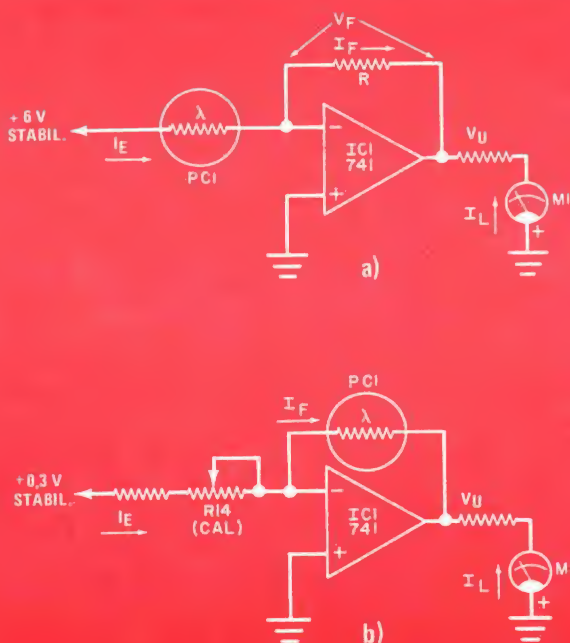


Fig. 1 - Circuito semplificato con amplificatore operazionale per misurare il livello luminoso (a) e per misurare il tempo di esposizione (b).

zione con diodi zener suddivisi (D1 e D2) fornisce le tensioni stabilizzate per IC1. Il potenziometro R16 regola la polarizzazione d'entrata dell'amplificatore operazionale, mentre R15 è il regolatore di azzeramento della tensione di sbilanciamento.

La protezione del movimento dello strumento è assicurata dall'azione limitatrice (saturazione) dell'amplificatore operazionale, mentre C5 evita rapidi spostamenti dell'indice dello strumento. I condensatori C1 e C3 riducono al minimo il responso dell'amplificatore a qualsiasi tipo di corrente alternata presente nei terminali d'entrata.

Costruzione - Ad eccezione di S1, S2, S3, R14, M1 e T1, tutti gli altri componenti possono essere montati su una basetta perforata con terminali ad innesto. Per IC1 si usi uno zoccolo e vicino ad esso si montino C1 e C2. Nella *fig. 3* è visibile il montaggio completo sulla basetta.

Si scelga una scatola di protezione di dimensioni tali da consentire il montaggio dello strumento, dei controlli, della basetta circuitale e di T1. Come prima operazione, si pratichino sul pannello frontale i fori per i controlli e per lo strumento e si montino queste parti nelle rispettive posizioni. Sempre sul pannello frontale, va montato anche il jack J1. Si noti che vengono usati un jack fono e una spina jack a due circuiti. Per i collegamenti dei terminali di PC1 vengono usati solo la punta e l'anello di contatto della spina jack. Ciò è necessario perché i terminali della fotocellula non devono essere collegati a massa. Volendo, si può usare un cavo schermato a due conduttori tra P1 e PC1, con lo schermo non collegato a PC1 ma solo al gambo di P1.

Le scale dello strumento (0-25 e 0-100) devono essere opportunamente contrassegnate, ad esempio con una serie di decalcomanie, per fornire le giuste letture. Si estragga con la dovuta attenzione il coperchio ad innesto dello strumento e si contrassegnino le scale come si vede nella fotografia in testa all'articolo. Si possono installare inoltre le lampadine facoltative di illuminazione (I1 e I2) prima di rimettere a posto il coperchio.

Un'illuminazione uniforme delle scale può essere ottenuta montando sopra le scale stesse una striscia di metallo riflettente.

Per il potenziometro di calibratura R14 si possono usare una scala fissa da pannello od una scala rotante con l'alberino del potenziometro. Si contrassegnino con decalcomanie i controlli sul pannello frontale.

Si monti PC1 tra due pezzi di sottile laminato fenolico con la superficie sensibile sporgente attraverso un foro della basetta superiore. La sporgenza deve essere di circa 1,5 mm sopra la superficie della basetta. Dopo aver messo insieme le basette, si tolga PC1 e si spruzzino le superfici esterne con vernice bianca opaca.

Si colleghino e si saldino i due conduttori interni di un sottile cavetto schermato a due conduttori diretti ai terminali di PC1 e si isolino le giunzioni con nastro isolante. Non si colleghi lo schermo alla fotocellula. Si metta PC1 al suo posto e si fissino insieme i due pezzi di laminato fenolico con il cavo stretto tra loro. Ad una estremità dell'insieme si può montare una staffetta circolare metallica per rendere piú facile l'installazione dell'elemento sensibile.

Si colleghi l'estremità libera del cavetto schermato a P1. Lo schermo si collega al gambo della spina jack, mentre i conduttori interni si collegano ai contatti della punta e dell'anello.

Il trasformatore d'alimentazione T1 si può montare mediante viti e dadi sul fondo o su un fianco della scatola. Si colleghino i suoi terminali primari ad una basetta d'ancoraggio non a massa, e si faccia passare il cordone di rete attraverso un foro guarnito con un gommino passacavo, praticato nella parte posteriore della scatola. Si colleghi il cordone di rete a S3 e T1 come da *fig. 2*.

Messa a punto e taratura - Usando terminali a pinzetta, si colleghi un milliamperometro in serie con R12. Se necessario, si regoli il valore di R12 per una corrente indicata di circa 70 mA. Si monti R13 e si misuri la caduta di tensione sui terminali delle lampadine dello strumento: dovrebbe essere di 6,3 V ai capi di ciascuna lampadina. Se si rileva un valore diverso, si regoli il valore di R13. Si controlli che vi siano circa 20 V c.c. ai capi di C4 e circa 6 V ai capi di D1 e di D2.

Per regolare la corrente di polarizzazione di IC1, si porti S2 in posizione TEMPO, R14 al valore di massima resistenza e si stacchi R1 dal circuito. Si colleghi una resistenza di circa 44 MΩ (due resistori da 22 MΩ in serie) ad una spina jack e la si inserisca in J1. Quindi, si regoli R16 finché M1 indica zero. Se questo non si può ottenere, si sostituisca R10 con una resistenza compresa tra 3,9 kΩ e 7,5 kΩ. Per una gamma piú ampia, si può anche aumentare (od omettere) R11.

La regolazione successiva compensa la tensione di sbilanciamento d'entrata di IC1. Con 44 MΩ inseriti in J1 e con tutte le altre condizioni sopra indicate, si colleghi un resistore da 15 kΩ - 10% tra il piedino 2 (entrata) e il piedino 3 (massa) di IC1. Si regoli R15 per un'indicazione di zero su M1. Se questo non è possibile, si aumenti leggermente il valore di R5 e si diminuisca R4 o viceversa. Si mantenga la somma di R4 piú R5 a 8 kΩ o piú.

Staccando il resistore da 15 kΩ, M1 dovrebbe rimanere a zero. Se ciò non avviene, si ripetano le regolazioni della polarizzazione di entrata e dello sbilanciamento. Si monti R1 e si controlli che vi sia una caduta di tensione di 0,3 V c.c. ai capi di R2. Se necessario, si regoli R1 oppure R2.

Le regolazioni finali si fanno per tarare le portate in unità di misura foot-candle. L'unità foot-candle è impiegata dagli americani per misurare la brillanza o splendore delle sorgenti di luce; essa viene indicata con simbolo fc. Nei paesi europei si usa correntemente come unità della brillanza la candela al metro quadrato (simbolo cd/m^2).

I valori letti sulla scala dello strumento si potranno convertire approssimativamente in candele al metro quadrato moltiplicandoli per il fattore fisso 0,874 (1 fc $\approx$ 0,874 cd/m^2).

La resistenza nominale di PC1 è di 28 kΩ a 2 fc e di 56 kΩ a 1 fc. Si dispongano i potenziometri R17, R18, R19, R20 circa a metà corsa e si porti S2 in posizione LUCE. Si colleghi un resistore da 5,6 kΩ ad una spina jack e lo si inserisca in J1. Ciò simula la resistenza ideale di PC1 a 10 fc.

Si porti S1 nella portata 10 fc e si regoli R17 fino a che M1 indica fondo scala. Parimenti, si usino resistori da 56 kΩ, 560 kΩ e 5,6 MΩ per calibrare le portate rispettivamente di 1 fc; 0,1 fc; 0,01 fc regolando i corrispondenti potenziometri. I resistori che simulano la resistenza di PC1 devono avere tolleranze del 5% o migliori. Se si dispone di un preciso fotometro, lo si può usare per ta-

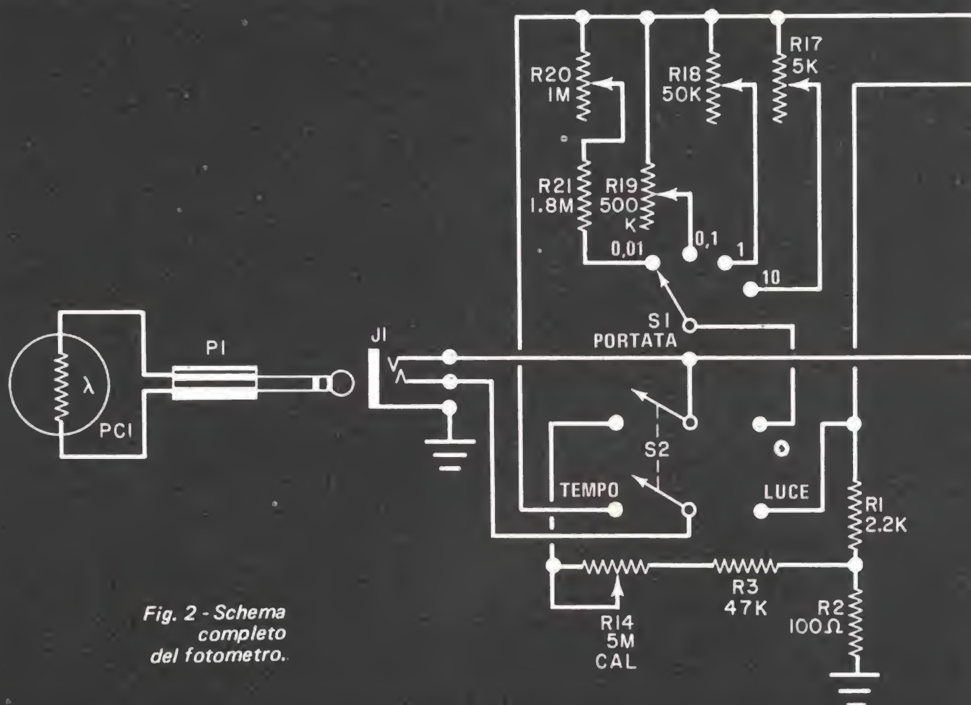
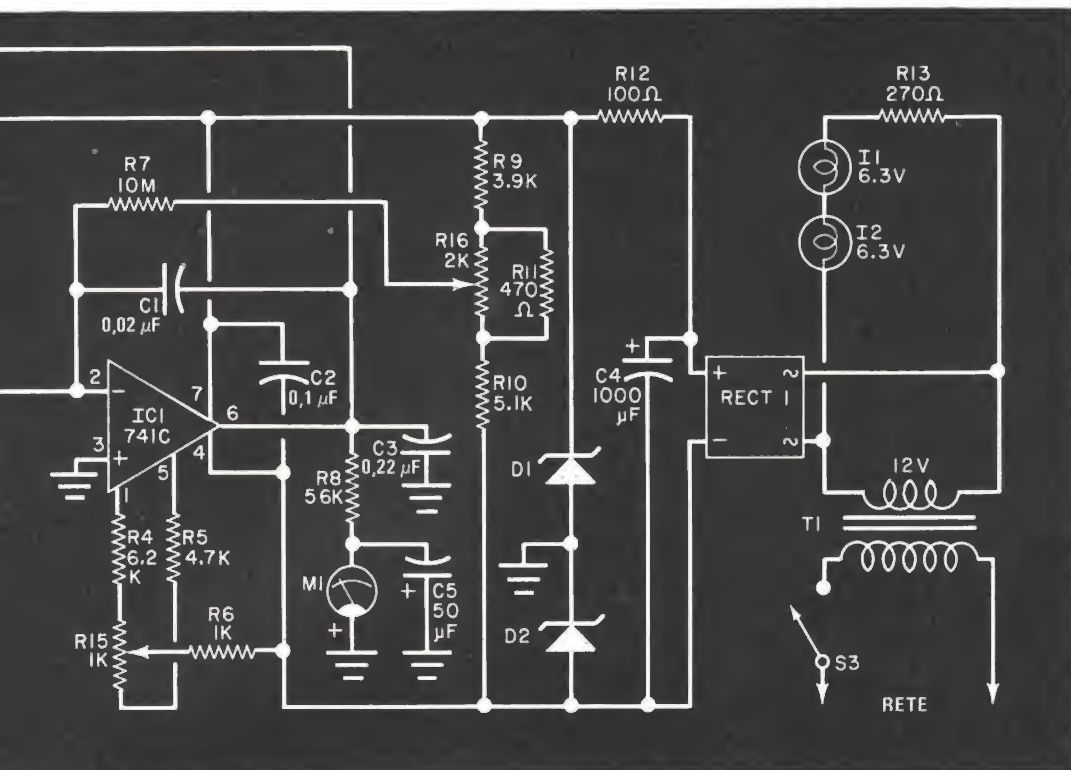


Fig. 2 - Schema completo del fotometro.

MATERIALE OCCORRENTE

C1 = condensatore a disco da 0,02 µF - 25 V
C2 = condensatore a disco da 0,1 µF - 25 V
C3 = condensatore a disco da 0,22 µF - 25 V
C4 = condensatore elettrolitico da 1.000 µF - 35 V
C5 = condensatore elettrolitico da 50 µF - 15 V
D1-D2 = diodi zener da 6,2 V - 1 W
I1-I2 = lampadine di illuminazione della scala dello strumento
IC1 = amplificatore operazionale tipo 741C
J1 = jack fono miniatura
M1 = strumento da 50 µA f.s.
PC1 = fotocellula lineare ad alta velocità Clairex CL705HL (non sostituibile) *
P1 = spina fono miniatura
R1 = resistore da 2,2 kΩ - 1/2 W, 10%
R2 = resistore da 100 Ω - 1/2 W, 10%
R3 = resistore da 47 kΩ - 1/2 W, 10%
R4 = resistore da 6,2 kΩ - 1/2 W, 5%
R5 = resistore da 4,7 kΩ - 1/2 W, 5%
R6 = resistore da 1 kΩ - 1/2 W, 10%
R7 = resistore da 10 MΩ - 1/2 W, 10%
R8 = resistore da 56 kΩ - 1/2 W, 5%
R9 = resistore da 3,9 kΩ - 1/2 W, 5%
R10 = resistore da 5,1 kΩ - 1/2 W, 5%
R11 = resistore da 470 Ω - 1/2 W, 10%
R12 = resistore da 100 Ω - 1 W (ved. testo)
R13 = resistore da 270 Ω - 2 W (ved. testo)
R14 = potenziometro logaritmico da 5 MΩ
R15 = potenziometro a filo da 1 kΩ per circuiti stampati
R16 = potenziometro a filo da 2 kΩ per circuiti stampati



R17 = potenziometro a grafite da 5 kΩ per circuiti stampati
R18 = potenziometro a grafite da 50 kΩ per circuiti stampati
R19 = potenziometro a grafite da 500 kΩ per circuiti stampati
R20 = potenziometro a grafite da 1 MΩ per circuiti stampati
R21 = resistore da 1,8 MΩ - 1/2 W
RECT1 = raddrizzatore a ponte da 1 A - 200 Vpi
S1 = commutatore rotante a 1 via e 4 posizioni, con posizioni non usate in cortocircuito
S2 = commutatore a slitta a 2 vie e 2 posizioni
S3 = interruttore semplice a slitta
T1 = trasformatore per filamenti da 12 V - 0,3 A
Basetta perforata, scatola da 7,5 x 11,5 x 16,5 cm, cavetto schermato miniatura, cordone di rete, scala per potenziometro, manopole, zoccolo per il circuito integrato, laminato fenolico, due resistori da 22 MΩ, resistore da 15 kΩ, e minuterie varie

** Per l'acquisto di questo componente occorre rivolgersi ad un importatore autorizzato che provveda ad acquistare la fotocellula presso il distributore americano Allied Electronics - 2.400 W. Washington Blvd., CHICAGO ILLINOIS - 60612 - USA.*

rare le portate luminose.

Anche se per estendere le portate luminose si possono usare filtri a densità neutra, l'uso di pellicole negative è soddisfacente per un uso non critico. Impiegando l'ingranditore come sorgente luminosa, lo si focalizzi e si tolga la pellicola dalla sua sede. Si metta PC1 sul piano dell'ingranditore e si porti S1 nella portata 1 fc. Si fermi l'obiettivo fino a che M1 indica 1 fc. Per la moltiplicazione x10, si scelga un pezzo di negativo non interessante che, se posto sull'elemento sensibile, fa indicare allo strumento 0,1 fc. Si fissi la pellicola ad una rondella nera che si adatti sopra la superficie della fotocellula. Si metta il lato lucido della pellicola in alto per proteggere l'emulsione da graffi. I pezzi di pellicola scelti devono essere uniformi e senza dettagli.

Applicazione - Si misuri la luce con S2 disposto nella posizione LUCE e S1 nella portata desiderata. Si misuri il tempo con S2 in posizione TEMPO e R14 disposto in una posizione predeterminata per la particolare applicazione. Il procedimento di calibratura di R14 tiene conto della velocità della carta, del modo di funzionamento, della scala di tempo che si usa e dei fattori di lavorazione. Ciò viene fatto una volta per ogni gruppo di condizioni ed annotato per usi futuri. Calibrando od usando lo strumento, tutte le luci della camera oscura devono essere spente. Si eviti di illuminare PC1 con le luci dello strumento.

Si scelga un negativo medio e si faccia la migliore stampa possibile nel modo convenzionale, usando strisce di prova. Ad esempio, si supponga che la migliore stampa richieda 15 sec di esposizione con un'apertura di f/8. Per il metodo di luce integrata, sarà necessario un pezzo quadrato di 6,5 cm per la dispersione della luce. Senza toccare l'ingranditore, si metta PC1 al centro dell'immagine proiettata e si porti S2 in posizione TEMPO. Si mantenga il dispersore di luce in alto contro l'obiettivo dell'ingranditore. Quindi, si regoli e si annoti la posizione di R14, in modo che dia un'indicazione di 15 sec sulle scale 25 sec, 50 sec e 100 sec. Si registrino inoltre i dati relativi alla carta che si impiega.

Per usare poi il misuratore di esposizione, si porti R14 nella posizione annotata per quel particolare tipo di carta e di scala di tempo. A tutte le aperture dell'obiettivo ed a tutti gli ingrandimenti si usi il dispersore di luce e si osservi il richiesto tempo di esposizione. Si può scegliere il tempo di esposizione desiderato variando l'apertura dell'obiettivo o viceversa. Un tubo di carta nera posto sopra l'elemento sensibile controlla od elimina gli effetti di luce casuali. Durante l'esposizione, S3 può essere spento.

Usando lo strumento con ingranditori provvisti di lampade di bassa potenza, si effettui la calibratura di R14 con apertura di obiettivo una o due volte maggiore dell'apertura di esposizione della stampa di prova. Nell'esempio, si porti l'apertura a f/5,6 e si effettui la calibratura di R14 per 15 sec su ciascuna portata di tempo. Usando questo sistema di misura, si osservi il tempo di esposizione per ciascuna apertura scelta e si chiuda l'obiettivo di un'apertura prima di esporre. Si può anche dimezzare il tempo di esposizione indicato ed esporre con l'apertura di misura.

Il metodo del punto determina il tempo di esposizione in punti della stampa senza l'uso di un dispersore di luce. Per la calibratura, si porti PC1 in un importante punto dell'immagine e si regoli R14 fino a che lo strumento indica 15 sec su ciascuna portata di tempo. Per usare questo modo, si porti R14 nella posizione annotata per il tipo di carta e per la scala di tempo, si metta PC1 nel punto della stampa e si osservi il dovuto tempo di esposizione.

Le misure di contrasto usano le scale di luce per determinare il rapporto tra i livelli luminosi delle parti brillanti e di quelle oscure dell'immagine. La seguente tabella fornisce varie gamme di contrasto con le dovute disposizioni.

Posizione di S1 (iniziale)	M1 (%) (predisposto)	Posizione di S1 (finale)	Gamma di contrasto
0,01	100	0,1	10
0,01	100	1	100
0,01	100	10	1000
0,1	40	0,1	2,5
0,1	40	1	25
0,1	40	10	250
0,1	20	0,1	5
0,1	20	1	50
0,1	20	10	500

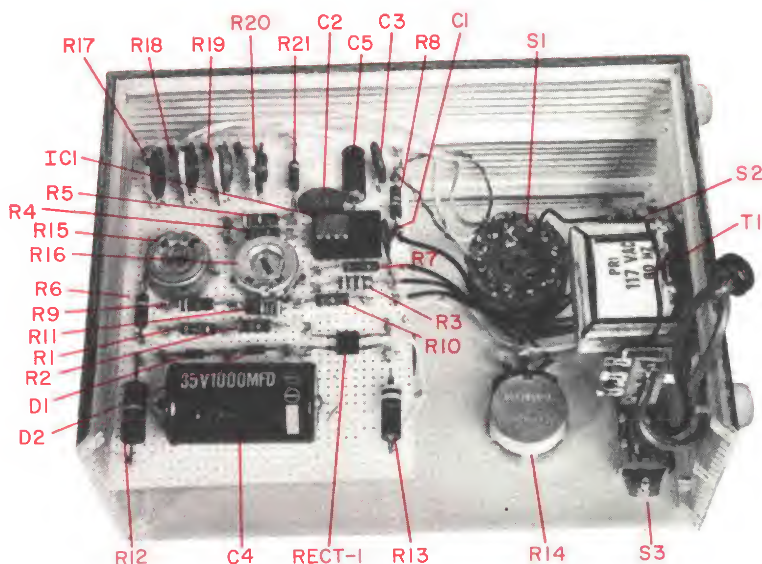


Fig. 3 - Disposizione delle parti interne, adottata per il montaggio del prototipo.

Poiché viene usata piú frequentemente, si disponga la portata da 0 a 25 con S2 in posizione LUCE e S1 nella portata 0,1 fc. Si ponga PC1 nella zona piú oscura dell'immagine e si regoli l'apertura dell'obiettivo fino a che M1 indica il 40% di fondo scala. Si avanzi S1 di una decade nella portata 1 fc. Si noti che ora M1 indica 1 nella portata da zero a 25.

Si sposti PC1 nella zona piú brillante dell'immagine e si legga il contrasto dell'immagine direttamente su M1. Contrasti medi tra 8 e 15 indicano l'uso di una carta a contrasto normale. Tenendo nota, si mettano in relazione le misure di contrasto con il grado dovuto di carta.

Il metodo integrato di luce, preferibilmente usato con negativi di medio bilanciamento, richiede o una correzione od una ricalibratura di R14 per negativi di scene prevalentemente brillanti od oscure. Il metodo del punto, in grado di andar bene quasi per qualunque negativo, presuppone che le zone proiettate dell'immagine siano maggiori del diametro della fotocellula.

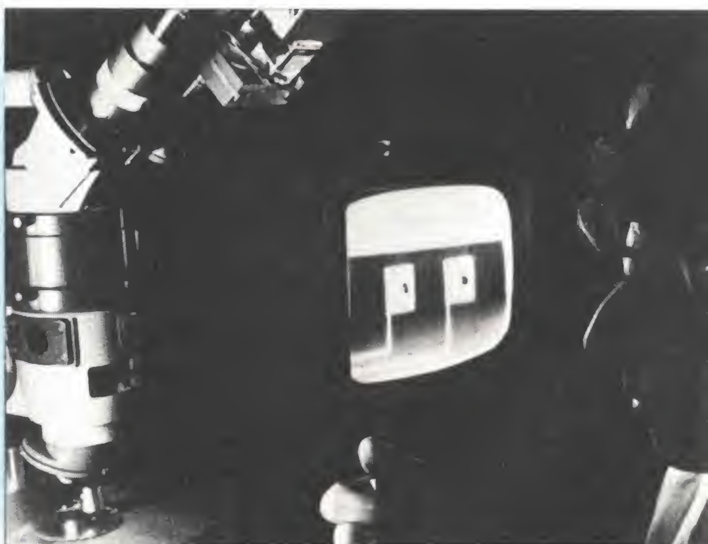
Montando una fotocellula sulla punta di una sonda, si possono effettuare misure su apparati di stampa a contatto, schermi di proiezione, ecc. Per applicazioni con macchine fotografiche, si scelga tra le scale LUCE e TEMPO. Le scale di tempo possono essere interpretate in qualsiasi modo conveniente, come da 0 a 2,5 sec; 5 sec e 10 sec, oppure da 0 a 250 msec, 500 msec e 1.000 msec, e facilmente convertite in velocità di otturazione.

Si tenga presente che le fotocellule al CdS presentano un effetto di memoria relativo a precedenti effetti luminosi. Quindi, si eviti di esporre PC1 alla luce del sole od a forti luci ambientali prima dell'uso. Inoltre, il tempo di responso aumenta con il diminuire dei livelli luminosi. Quindi, a bassissimi livelli luminosi, si aspetti che l'indicazione dello strumento si stabilizzi. Nell'uso si è constatato che non esistono derive a lungo termine dello strumento. Si può ad ogni modo controllare lo zero dello strumento, portando S2 in posizione LUCE e staccando P1.

★

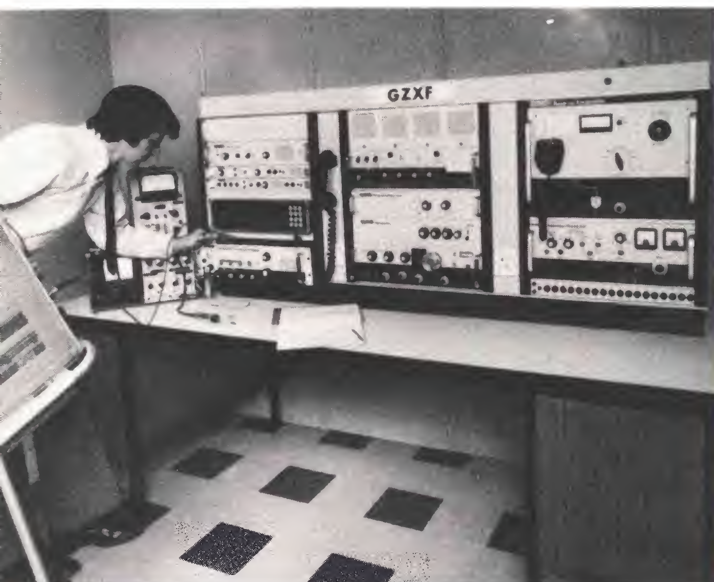
novità in elettronica

Nel "Saldatore a laser", messo a punto da alcuni scienziati del Centro di Ricerche IBM "Thomas J. Watson" di Yorktown Heights, i raggi laser vengono focalizzati sulla piastrina di silicio, che reca i microcircuiti integrati, mediante un microscopio (a sinistra nella foto). Lo schermo televisivo visibile sulla destra mostra due macchie scure che corrispondono a nuove connessioni elettriche realizzate mediante il laser. Queste connessioni hanno un diametro inferiore a 5 millesimi di millimetro e non comportano modifiche o danni ai circuiti ed ai componenti elettronici adiacenti.





All'atto della messa a punto delle nuove prese universali d'antenna a connessione rapida e schermate dalla RF, la Siemens ha tenuto conto delle esigenze elettriche molto severe imposte attualmente, come pure delle differenti applicazioni che interessano gli utilizzatori. Nella foto è rappresentato il montaggio della presa senza l'uso di viti.



La Marina inglese avrà presto in dotazione questa nuova stazione radio, realizzata dalla società inglese Redifon Telecommunications, e fornita dei piú moderni ritrovati nel campo della tecnica. Particolarmente interessante è il nuovo radiotelefono Sealand 66 VHF, che permette una perfetta comunicazione sia con la terra-ferma sia con altre navi.

I tecnici civili e militari inglesi hanno dato vita ad un nuovo tipo di radar a medio raggio: il Plessey AR-15/2, che costituisce il frutto dell'esperienza ottenuta con la costruzione di piú di cento esemplari di radar del tipo AR-1 e AR-15. Provvisto di una sola antenna a due fasci, di cui il secondo impiegato a raggio corto, questo nuovo radar è costruito in modo tale che le interferenze e le angolazioni vengono molto ridotte, permettendo cosí una maggiore nitidezza di rivelazione.



Organo elettronico



HEATHKIT/THOMAS TO-1260

Insieme con le chitarre, gli organi elettronici sono oggi gli strumenti domestici piú popolari. Essi non sono soltanto versioni a stato solido degli organi a canne; si distinguono per il fatto che producono una grande varietà di voci non ottenibili con gli organi normali. D'altra parte, non simulano tutti i suoni veri degli organi a canne né i massicci toni bassi prodotti dai grandi organi a canne delle chiese.

Le principali caratteristiche degli organi elettronici sono: compattezza, produzione di un timbro tonale ricco ed a larga banda, e toni sostenuti quando viene premuto un tasto che, a differenza del pianoforte, può mascherare una tecnica d'esecuzione imperfetta. Spesso, inoltre, gli organi elettronici sono dotati di dispositivi automatici che ne semplificano l'uso e servono ad ovviare ad una scarsa abilità d'esecuzione.

L'organo Heathkit/Thomas che descriviamo è uno strumento musicale elettronico di questo genere. E' una versione in forma di scatola di montaggio dello strumento commerciale Thomas; il mobile ed il banco vengono forniti già montati e rifiniti. Le dimensioni dello strumento sono: altezza 112 cm, larghezza 112 cm, profondità 60 cm.

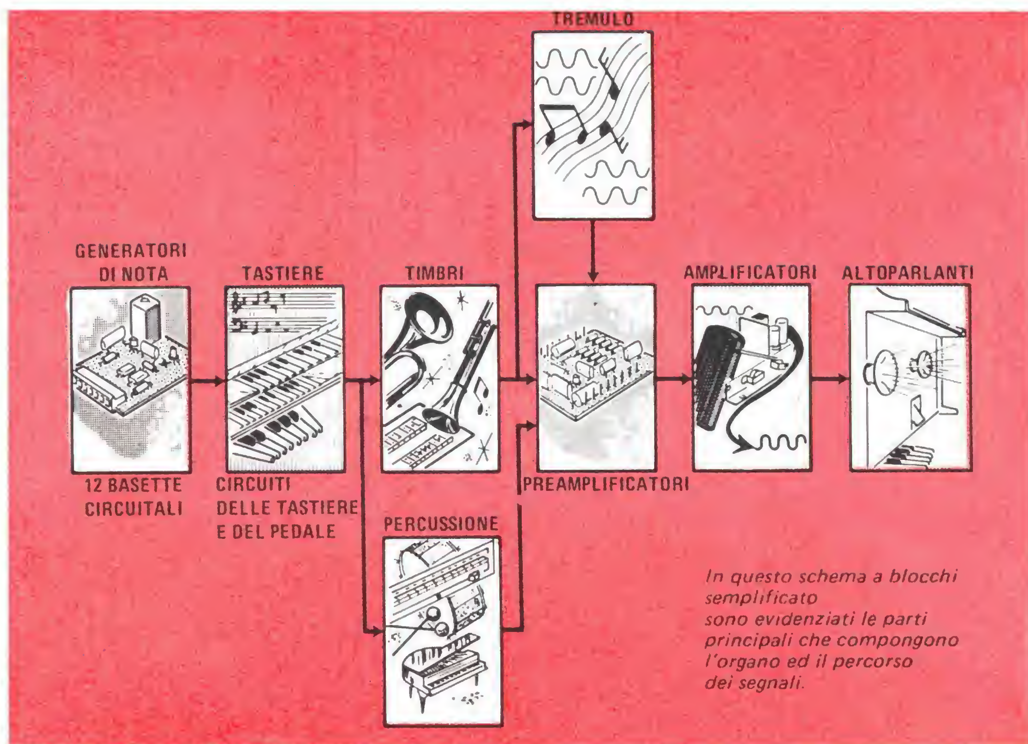
Descrizione - L'organo elettronico completamente a stato solido Heathkit modello TO-1260 ha due amplificatori di media potenza, dati per 25 W per canale, con due altoparlanti a piena gamma da 30 cm, una tastiera solista ed una tastiera di accompagnamento, ciascuna delle quali ha quarantaquattro tasti che possono essere suonati separatamente od in combinazione. Si possono ottenere ventidue voci distinte come il trombone 16, il clarinetto 8, il flauto 4, il violino 8, il clavicembalo, ecc. (i numeri seguono la tradizione degli organi a canne: 16 corrisponde ad una fondamentale di 32,5 Hz; 8 corrisponde ad una fondamentale di 65 Hz, e cosí via). La tastiera a pedale comprende tredici note, con i tasti ad arco che permettono di essere azionati facilmente con le punte e i tacchi delle scarpe.

Tra gli effetti speciali vi sono il "wah wah", il timbro brillante di accompagnamento, il timbro solista brillante, il sostenuto a pedale, il sostenuto lungo, il sostenuto automatico (sostiene solo l'ultima nota suonata), ed effetti indipendenti di tremulo e di riverberazione.

Il volume complessivo viene controllato mediante un pedale (pedale di espressione) con controlli di volume distinti per pedale e voci di percussione predisposte. Inoltre, vi è un controllo di bilanciamento per regolare o esaltare le voci soliste e di accompagnamento contenute nelle due tastiere distinte.

Di speciale interesse è un sistema "Color Glo", che può accendere tasti per identificare note musicali e altri segni colorati da usare con un corso programmato di musica fornito insieme alla scatola di montaggio. Anche i pedali sono colorati. Un pannello accessorio consente di usare facilmente un registratore a cassette ed una cuffia per esercitazioni private; inoltre, offre la possibilità di inserire un sistema d'altoparlanti esterno.

Costruzione - Accompagnano la scatola di



In questo schema a blocchi semplificato sono evidenziati le parti principali che compongono l'organo ed il percorso dei segnali.

montaggio due ottimi manuali di istruzioni ricchi di illustrazioni e che comprendono anche utili indicazioni per l'accordo e le riparazioni. Inoltre vengono forniti attrezzi speciali, tra cui un utensile per l'allineamento delle tastiere, chiavi per dadi, un cacciavite Philips, un utensile per accordare le bobine, un altro per dadi di plastica oltre ad alcune bobine di stagno.

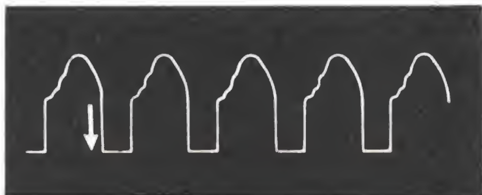
Il tempo richiesto per la costruzione della scatola di montaggio, esclusi l'accordo e la messa a punto, si aggira sulle cento ÷ centocinquanta ore.

La maggior parte del tempo, oltre che per le saldature, viene impegnata per le operazioni meccaniche, che pur essendo semplici, sono numerose; ciascuno degli ottantotto tasti manuali deve essere inserito in un supporto metallico a molla e due elementi devono essere fissati con una vite al tasto di plastica dura. Due telai per le tastiere vengono montati con montanti di guida, staffette e basette d'ancoraggio ed il tutto viene avvitato su uno spesso supporto metallico. Inoltre, si devono fissare e saldare ottantotto molle per le bobine, tagliare ed applicare strisce di feltro, lubrificare i supporti dei tasti e montare questi ultimi al loro posto.

Interessante è l'azione di commutazione dei tasti, a ciascuno dei quali è saldato un filo di lega d'oro. I fili di contatto restano su una sbarra, sulla quale ne viene posta una seconda a circa 3 mm di distanza. Quando la parte frontale di un tasto viene premuta per un terzo o due terzi del suo percorso, la parte posteriore, dove si trova il contatto, collega, nel caso della tastiera solista, una sbarra a + 3 V ad un circuito chiave. Questi circuiti sono divisi in file di 4 - 8 - 16. Le note di uno dei dodici generatori di nota passano attraverso i circuiti chiave a diodi e transistori. Lo stesso avviene nella seconda tastiera, quella di accompagnamento.

La tastiera a pedale aggiunge un'ottava ai bassi. Anche questa richiede un lungo lavoro meccanico per il montaggio. Ciascun pedale aziona un commutatore a due vie e due posizioni montato su un circuito stampato, il quale è collegato ad un circuito di memoria elettronica.

Nell'organo vengono impiegati generatori di nota che sono essenzialmente generatori di forme d'onda a denti di sega, i quali producono armoniche sia pari sia dispari. Questi



L'uscita dell'oscillatore è ricca di armoniche ed ha una forma d'onda con ripidi fianchi negativi per pilotare il divisore di frequenza.

generatori sono seguiti da divisori di frequenza per produrre le ottave di frequenze piú basse, evitando cosí la necessità di oscillatori singoli con i relativi problemi di accordo. Tuttavia, i divisori producono onde quadre che non creano una ricchezza musicale sufficiente. Di conseguenza, le uscite dei generatori di nota d'accompagnamento sono collegate ad un circuito di mescolazione. L'uscita del divisore di frequenza solista viene mescolata direttamente nei circuiti di timbro. I filtri di timbro (voci) sagomano le forme d'onda nelle caratteristiche di una desiderata nota musicale, facendole passare attraverso circuiti reattivi. Le forme d'onda di percussione che, ad esempio, simulano un tamburo vengono ottenute mediante multivibratori a un colpo per generare impulsi d'onda quadra. Per percussioni ripetute, viene utilizzato un circuito multivibratore astabile.

Con la scatola di montaggio, viene fornito un generatore di nota già montato come modello; il costruttore deve montare gli altri undici, con alcune differenze nei valori dei componenti. Con particolare attenzione si deve maneggiare la basetta di distribuzione, in quanto è piuttosto fragile.

Le voci dell'organo possono essere modulate per creare certi effetti speciali, come il tremulo. Come molti lettori sapranno, il tremulo deriva dalla modulazione di una nota in ampiezza con la frequenza di 6 Hz ÷ 7 Hz. Per ottenere un effetto Doppler, viene usato il segnale di un oscillatore a 6,7 Hz in unione con un circuito doppio formatore. Un circuito a spostamento di fase con LDR (resistori dipendenti dalla luce) assicura un effetto tremulo stereo.

Un telaio con circuito "wah-wah", praticamente un filtro passabanda regolabile in frequenza, è meccanicamente collegato al pedale di volume (espressione). Per ottenere questo effetto il pedale viene premuto ritmicamente e ciò fa variare il controllo di volume del wah-wah. Anche la riverberazione è un attraente aspetto di un organo elettronico. Per ottenere questo effetto d'eco, l'uscita di un canale deve essere ritardata in qualche modo. Nel TO-1260 ciò viene ottenuto con un sistema elettromeccanico bobina-molla che dà l'impressione che l'organo venga suonato in un locale piú grande. Il suo funzionamento è semplice: l'uscita di un amplificatore aziona un elettromagnete che imprime un'onda sonora audio ad una molla; ciò fa vibrare un'armatura all'altra estremità della molla e questa vibrazione induce una tensione in una bobina. Il segnale sonoro ritardato viene poi amplificato.

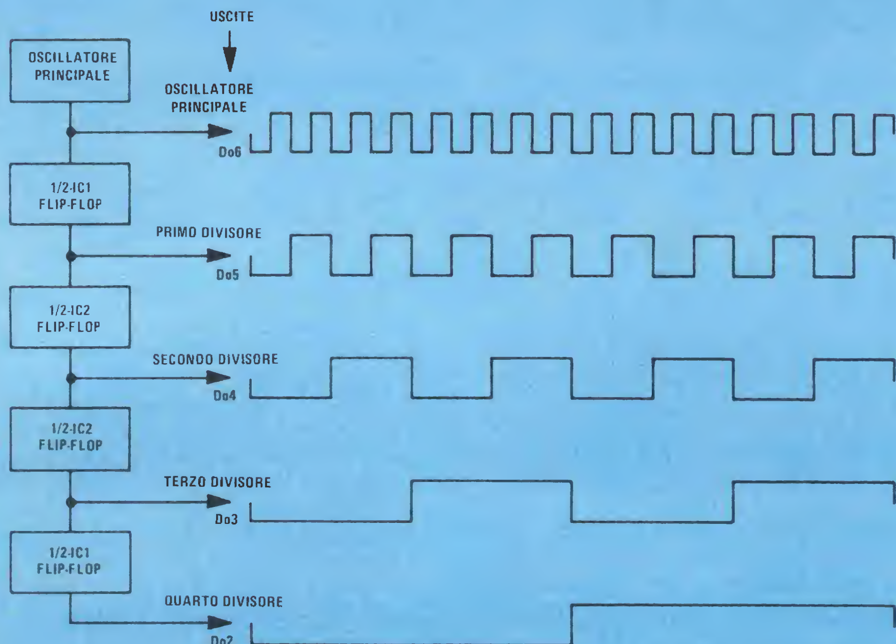
Numerosi fili legati tra loro devono essere saldati ai punti di collegamento dei circuiti stampati e poi fissati in modo che il lavoro risulti pulito. E' necessario un trapano a mano per praticare fori nelle strisce di montaggio in plastica delle basette circuitali.

Completata la costruzione, viene effettuata sui circuiti una serie di controlli che non richiedono l'uso di strumenti, quindi si accorda l'organo ancora senza strumenti, cioè ad orecchio: prima si fa un accordo approssimato e poi un accordo fine. Il generatore di nota già montato, che produce la nota Do accordata già all'esatta frequenza, conferisce a questo sistema ad orecchio una grandissima precisione.

Il metodo è piuttosto semplice: vengono usati battimenti per accordare gli altri undici generatori di nota secondo una tabella fornita dalla Heath Company. Usando l'esempio del manuale di istruzioni, se una nota di riferimento di 440 Hz viene mescolata con un generatore di 442 Hz, ne consegue una nota di battimento alla frequenza di due battiti al secondo. Dopo l'accordo approssimato, si esegue l'accordo fine. Per esempio, premendo il Do medio già accordato e il tasto del Sol, il nucleo della bobina del Sol si regola per nove battiti in 10 sec (ventisette battiti in 30 sec). Ciascun generatore viene accordato finemente seguendo le istruzioni, che indicano quali tasti bisogna premere.

Le messe a punto finali vengono effettuate con uno strumento montato con la scatola di montaggio, il quale viene usato per bilanciare le uscite dei due preamplificatori, regolare il volume del pedale, la polarizzazione di tremulo, ecc. Il montaggio si completa in-

Uscita	Frequenza	Nota
Oscillatore principale	2093,003 Hz	Do6
Primo divisore	1046,502 Hz	Do5
Secondo divisore	523,251 Hz	Do4
Terzo divisore	261,626 Hz	Do3
Quarto divisore	130,813 Hz	Do2



Questo disegno mostra come vengono collegati i flip-flop per dividere il segnale dell'oscillatore principale. In questo caso la nota è il Do.

TIMBRI E PREDISPOSIZIONI

Tastiera superiore: flauto basso, flauto medio, flauto alto, trombone, fagotto, tromba, diapason, clarinetto, violino, clavicembalo, pianoforte, fisarmonica.

Tastiera inferiore: basso tuba, diapason, corno francese, melodia, violoncello.

Tastiera a pedale: registro basso, flauto grande, contrabbasso.

stallando le tastiere e stringendo i piedi del mobile.

Commenti - A montaggio ultimato, l'organo elettronico Heathkit TO-1260 ha un aspetto veramente soddisfacente, sia per la linea del mobile, sia per le rifiniture, sia per l'alta qualità degli altri elementi visibili. Sono previsti accessori ritmici, per ora non ancora disponibili, che aggiungeranno otto sistemi di percussione già programmati ed altre note a pedale.

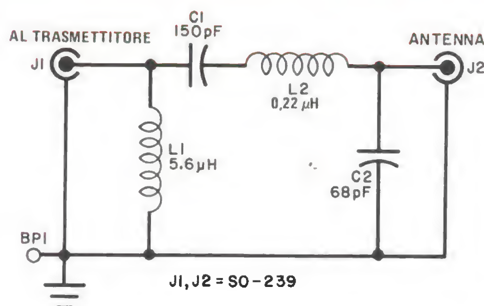
Anche le sue prestazioni sono ottime, in quanto offre una vasta scelta di timbri musicali sulla tastiera a solo, una buona qualità tonale, nonché effetti speciali. ★

Filtro passa alto-basso

SEMPLICE CIRCUITO PER ELIMINARE DUE SERI INCONVENIENTI DELLA BANDA CB

Due problemi abbastanza comuni assillano gli utenti della banda CB. Il primo riguarda gli stadi d'entrata del ricevitore, che possono danneggiarsi a causa delle cariche statiche che si accumulano sull'antenna. Il secondo consiste nei disturbi provocati agli apparecchi dei vicini di casa dalle interferenze TV. Trovare una soluzione unica e semplice a questi due problemi sembrerebbe impossibile, perché riguardano parti differenti del ricetrasmettitore e sono relativi a segnali largamente separati nello spettro di frequenze.

Ovviamente, per scaricare la c.c. o i segnali di bassa frequenza causati da cariche statiche è necessario un filtro passa-alto, mentre per bloccare i segnali armonici in trasmissione è necessario un filtro passa-basso. In realtà, i due filtri possono essere combinati come nel circuito che presentiamo, il quale è semplice da realizzare e da usare con un ricetrasmettitore.



Schema elettrico del singolare circuito, in cui sono combinati i due filtri passa-alto e passa-basso, da usare con un ricetrasmettitore.

Descrizione del circuito - Come si vede nello schema, l'uscita RF proveniente dal ricetrasmettitore entra nel filtro attraverso J1. Un circuito risonante in serie, composto da C1 e L2, fornisce un passaggio a bassa impedenza (circa 10 Ω) per il segnale a 27 MHz; però, a 54 MHz, la causa principale di interferenze TV, l'impedenza è di 80 Ω e diventa progressivamente piú alta con l'aumento della frequenza. Cosí, le armoniche vengono bloccate e fugate da C2.

Nella parte passa-alto del filtro, L1 presenta un'alta impedenza ai segnali a 27 MHz, e perciò pochissima energia viene perduta. Tuttavia, l'impedenza per i segnali di bassa frequenza è bassissima e quindi questi segnali, se presenti sull'antenna, vengono praticamente cortocircuitati.

Montaggio e uso - Per costruire il filtro si può seguire una tecnica convenzionale di montaggio. Per una buona schermatura, si racchiuda il circuito entro una scatoletta metallica, si montino J1 e J2 alle estremità opposte della scatoletta e si accorcino quanto piú è possibile i terminali dei componenti.

Si colleghi un pezzo di cavo coassiale, lungo da 30 cm a 60 cm, tra l'uscita RF del ricetrasmettitore e J1. Quindi, si colleghi la discesa di antenna a J2 e BP1 ad una buona terra (ad esempio, un tubo dell'acqua potabile) usando filo di grossa sezione. Una buona terra è importante per scaricare rapidamente le cariche statiche e per ottenere una buona schermatura. ★

E' UN CORSO PRATICO (CON MATERIALI)

Per meglio comprendere i fenomeni che intervengono nei circuiti elettrici, il Corso prevede la fornitura di una ricca serie di materiali e di attrezzature didattiche. Riceverai, compresi nel costo del Corso, un misuratore per il controllo delle tensioni e delle correnti continue, che realizzerai tu stesso; inoltre riceverai un saldatore, diversi componenti elettrici ed elettronici, tra cui transistori per compiere svariate esercitazioni ed esperienze, che faciliteranno la tua preparazione. Inoltre, avrai modo di costruire pezzo per pezzo, con le tue mani, un moderno

CARICABATTERIE:



interessante apparecchio, indispensabile per l'elettrauto, che può caricare qualsiasibatteria per autoveicoli a 6 V, 12 V e 24 V. Realizzato secondo le piú recenti tecniche costruttive, esso prevede dispositivi automatici di protezione e di regolazione, ed è dotato di uno strumento per il controllo diretto della carica. Inoltre, monterai tu stesso, con i materiali ricevuti, un

VOLTAMPEROMETRO PROFESSIONALE

strumento tipico a cui l'elettrauto ricorre ogniqualvolta si debba ricercare un guasto e controllare i circuiti elettrici di un autoveicolo.



AMPIO SPAZIO E' DEDICATO ALLA FORMAZIONE PROFESSIONALE

Nel Corso è previsto l'invio di una serie di **Schemari e Dati auto,** contenenti ben 200 schemi di autovetture, autocarri, furgoni, trattori agricoli, motoveicoli, ecc.; una raccolta di **Servizi Elettrauto** dedicati alla descrizione, manutenzione e riparazione di tutte le apparecchiature elettriche utilizzate negli autoveicoli. Completano la formazione tecnica una serie di dispense di **Motori**, di **Carburanti**, di **Tecnologia,**

IMPORTANTE

Al termine del Corso, la Scuola Radio Elettra ti rilascerà un attestato comprovante gli studi da te seguiti.

COI TEMPI CHE CORRONO...

...anche se oggi hai già un lavoro, non ti sentiresti piú sicuro se fossi un tecnico specializzato? Sí, vero? E allora non perdere piú tempo! Chiedici informazioni senza impegno.
Compila, ritaglia e spedisci questa cartolina, Riceverai gratis e senza alcun impegno da parte tua una splendida, dettagliata documentazione a colori.
Scrivi indicando il tuo nome, cognome, indirizzo. Ti risponderemo personalmente.



Scuola Radio Elettra
10126 Torino - Via Stellone 5 633
Tel. (011) 674432

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

INVIATEMI GRATIS TUTTE LE INFORMAZIONI RELATIVE AL CORSO DI 633

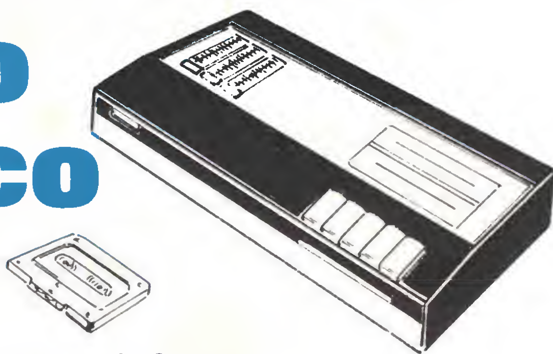
ELETTRAUTO

PER CORTESIA, SCRIVERE IN STAMPATELLO

MITTENTE:
NOME ____________________
COGNOME ____________________
PROFESSIONE ____________________ ETÀ ________
VIA ____________________ N. ________
CITTÀ ____________________
COD. POST. ____________ PROV. ____________

MOTIVO DELLA RICHIESTA: **PER HOBBY** ☐
PER PROFESSIONE O AVVENIRE ☐

Adattamento del registratore al nastro magnetico



COME OTTENERE LE MIGLIORI PRESTAZIONI DA NASTRI CHE RICHIEDONO PREMAGNETIZZAZIONE ED EQUALIZZAZIONE DIVERSE DA QUELLE PER CUI IL REGISTRATORE E' PREDISPOSTO

Il numero dei tipi di nastro magnetico di cui oggi possono disporre gli appassionati di registrazione è assai grande e comprende, tra gli altri, i nastri a basso rumore e quelli al ferro-cromo. Per ottenere la massima fedeltà da ognuno di essi, un registratore magnetico deve avere il livello di premagnetizzazione, ed anche le equalizzazioni in registrazione e riproduzione, opportunamente regolati, cosí da adattarsi a quel particolare tipo di nastro.

Alcuni registratori sono dotati di commutatori a piú posizioni che effettuano rapidamente l'adattamento dell'apparecchio ai tipi di nastro piú usati: normale, ad alto segnale d'uscita, al biossido di cromo, ecc. Tutti i registratori però hanno un numero limitato di condizioni di adattamento che non riguardano tutti i tipi di nastro, specialmente quelli fabbricati piú recentemente. Inoltre, le caratteristiche di nastri nominalmente dello stesso tipo differiscono spesso da un costruttore all'altro; per poter sfruttare a fondo le possibilità del nastro sono perciò necessari opportuni ritocchi al livello di premagnetizzazione.

Molti appassionati di registrazione pensano di essere in ogni caso costretti ad usare il livello, o uno dei livelli, di premagnetizzazione e di equalizzazione per cui è stato predisposto il loro registratore, senza possibilità di cambiare le cose. Ciò però non è vero: semplicemente con l'aiuto di un voltmetro elettronico e di un oscillatore audio è possibile effettuare personalmente l'adattamento del proprio registratore al tipo ed alla marca di nastro preferiti, cosí da sfruttarne in pieno le potenziali qualità. In questo articolo spiegheremo perché e come ciò sia possibile.

Premagnetizzazione del nastro - Le grandezze elettriche che influiscono sulle prestazioni di un registratore magnetico sono tre: la corrente di premagnetizzazione inviata sulla testina di registrazione, l'equalizzazione in registrazione e l'equalizzazione in riproduzione. Ciascuno di questi parametri ha la sua influenza sulla risposta in frequenza, sulla distorsione e sul rapporto segnale/rumore; essi inoltre si influenzano reciprocamente. Cominceremo con il prendere in esame la premagnetizzazione del nastro.

Per studiare gli effetti del livello di premagnetizzazione sulle prestazioni di un registra-

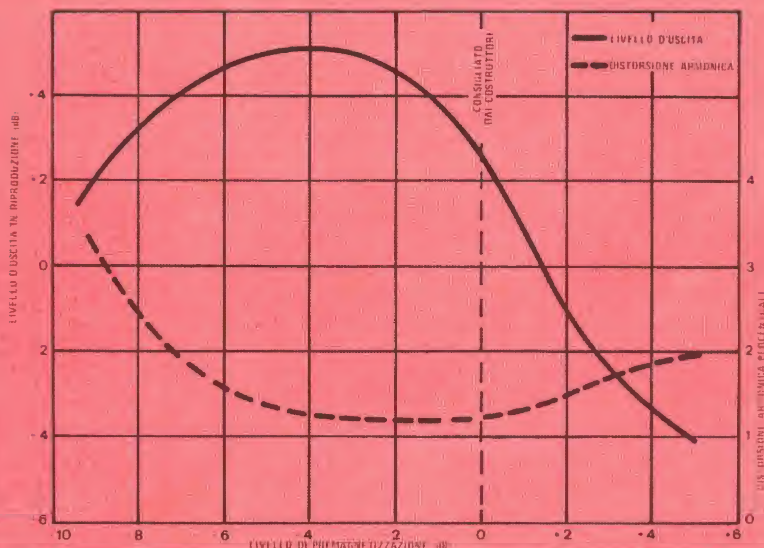


Fig. 1 - Influenza della premagnetizzazione sulle prestazioni di un registratore a nastro. Le curve sono relative ad un segnale a 1.000 Hz registrato ad un livello di 0 VU ed alla velocità di 19 cm/sec.

tore a nastro sono state condotte alcune prove con un registratore Ferrograph Mod. 7; questo apparecchio è dotato di comandi per la regolazione continua della premagnetizzazione su ciascun canale, caratteristica comune a tutti o quasi i registratori professionali. Inizialmente si è usato nastro BASF tipo LP35LH (ad elevato segnale d'uscita e basso rumore) completamente vergine, e si è regolata la corrente di premagnetizzazione al livello piú basso possibile (circa 10 dB al di sotto del livello raccomandato dalla Ferrograph). Sono state fatte diverse prove di registrazione, con un segnale a 1.000 Hz avente livello 0 VU, aumentando ad ogni prova la corrente di premagnetizzazione. I risultati sono visibili nella *fig. 1*, le cui curve mostrano come il livello di uscita e la distorsione armonica variano con il livello di premagnetizzazione (espresso in decibel).

Esaminando queste curve, si vede che all'aumentare della premagnetizzazione il livello d'uscita aumenta, mentre la distorsione diminuisce, restando poi per un buon tratto piú o meno al suo valore minimo. Osservando la figura, si potrebbe giudicare conveniente regolare la premagnetizzazione ad un livello leggermente piú basso di quello indicato come 0 dB e che corrisponde a quello raccomandato dal costruttore. Cosí facendo si incontra però un altro problema, come si può dedurre dalle curve della *fig. 2.* Queste curve sono state costruite ripetendo l'esperimento precedente, ma questa volta con un segnale a 10.000 Hz. Per evitare che questo segnale ad alta frequenza provochi la saturazione del nastro (a causa dell'esaltazione alle alte frequenze propria dell'equalizzazione in registrazione) si è abbassato il livello del segnale inviato all'apparecchio, portandolo a 10 dB sotto gli 0 VU. Le curve rilevate in questa seconda prova differiscono notevolmente da quelle riportate nella *fig. 1*; se per esempio si adottasse un livello di premagnetizzazione 3 dB piú basso di quello prescritto dalla casa, per quanto riguarda le medie frequenze si otterrebbe un aumento di circa 3 dB nel segnale d'uscita, senza un significativo peggioramento della distorsione armonica; a 10.000 Hz si avrebbe invece un aumento di 7 dB nel segnale d'uscita ed un incremento della distorsione, che dal 3% passerebbe a poco piú

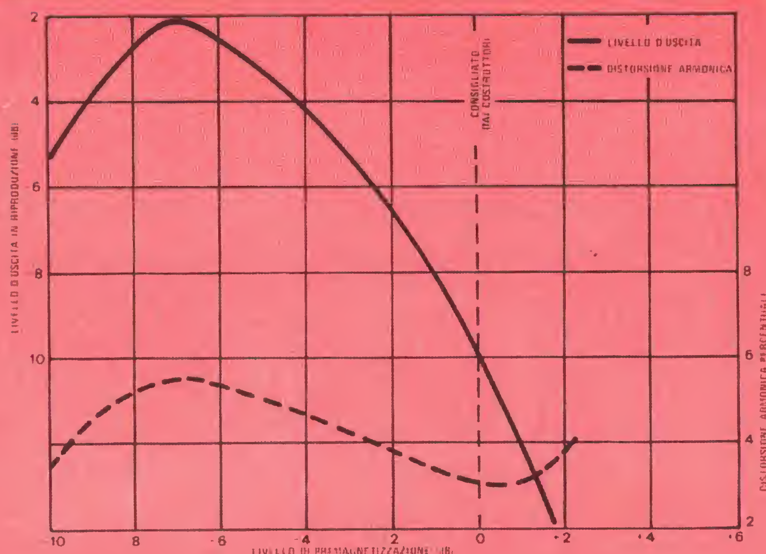


Fig. 2 - Influenza della corrente di premagnetizzazione sulle prestazioni alle alte frequenze. Le curve sono relative ad un segnale a 10.000 Hz registrato al livello di -10 VU.

del 4%. Il notevole innalzamento del livello d'uscita a 10.000 Hz è una conseguenza della preenfasi (cioè esaltazione delle alte frequenze) normalmente effettuata durante la registrazione da tutti gli apparecchi, per rimediare al fatto che le alte frequenze tendono ad essere parzialmente cancellate da una corrente di premagnetizzazione elevata.

Per esaminare piú a fondo questo fenomeno, si è pensato di inviare sugli ingressi ad alto livello del registratore un segnale con frequenza ciclicamente variabile tra 1.000 Hz e 20.000 Hz; i risultati sono visibili nella *fig. 3.* La traccia superiore corrisponde al segnale in uscita dal canale sinistro, la cui premagnetizzazione è stata regolata al valore ottimo, cioè come prescritto dal costruttore; la traccia inferiore è invece relativa al canale destro, la cui premagnetizzazione è stata tenuta ad un livello piú basso, come precedentemente spiegato. Nella traccia inferiore è chiaramente visibile un indesiderabile aumento del segnale d'uscita verso le alte frequenze (con picco intorno ai 10.000 Hz). L'aumento di 3 dB conseguito alle frequenze intermedie ha avuto dunque come contropartita una risposta in frequenza non uniforme ed un aumento della distorsione alle alte frequenze: nel complesso non sembra perciò molto conveniente.

Sinora si è considerata l'opportunità di adottare un corretto livello di premagnetizzazione quando si usano nastri di alta qualità; risultati ancora piú interessanti sono stati ottenuti con un nastro di qualità piú scadente, uno cioè di quei nastri di marca sconosciuta o addirittura non specificata. Per questa prova si sono lasciati i comandi della premagnetizzazione sul valore raccomandato dalla casa costruttrice, cambiando semplicemente il nastro e rifacendo la prova con il segnale a frequenza variabile; anche le regolazioni dell'oscilloscopio non sono state toccate.

La risposta rilevata sui due canali è mostrata nella *fig. 4:* il livello di uscita si è abbassato sostanzialmente (di oltre 6 dB alle frequenze centrali della banda), e la risposta alle alte frequenze mostra un rapido abbassamento. In questo caso l'abbassamento del livello di premagnetizzazione sarebbe certamente conveniente, poiché porterebbe ad

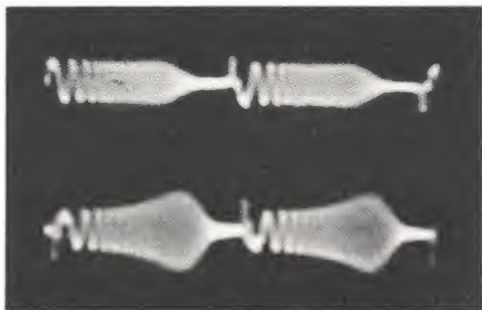


Fig. 3 - La traccia superiore mostra la buona risposta in frequenza di un canale avente il giusto livello di premagnetizzazione. Una riduzione della premagnetizzazione (traccia inferiore) fa nascere un picco alle alte frequenze.

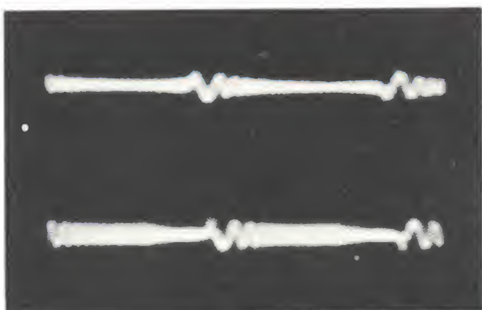
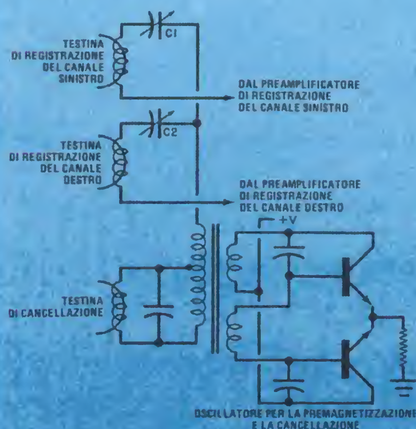


Fig. 4 - Con lo stesso livello di premagnetizzazione adottato nella fig. 3, ma usando un nastro di qualità inferiore, il segnale di uscita si abbassa e la curva di risposta peggiora.

avere sia un aumento nel livello d'uscita, sia una risposta piú uniforme alle alte frequenze, senza che si renda necessario alcun ritocco delle caratteristiche di equalizzazione.

La regolazione della premagnetizzazione sul proprio registratore - Chi abbia tempo, denaro e pazienza sufficiente per provare tutti i tipi di nastro ad alta qualità esistenti sul mercato, riuscirà probabilmente a trovare la marca ed il tipo esatto di nastro per cui il proprio registratore fornirà le migliori prestazioni. Spesso le case costruttrici dei registratori specificano con quale nastro hanno effettuato la regolazione del livello di premagnetizzazione dei loro apparecchi; in alcuni casi però, specialmente per i registratori di qualità corrente, la casa costruttrice regola la premagnetizzazione su un livello che rappresenta una soluzione di compromesso tra i valori richiesti dai diversi tipi di nastro. Ciò si verifica anche quando sull'apparecchio si possono selezionare due o piú gradi di premagnetizzazione: tenuto conto della grandissima varietà di nastri in commercio, per poter soddisfare perfettamente le esigenze di tutti sarebbero necessari commutatori con almeno una dozzina di posizioni. Una volta orientata la propria scelta verso una certa marca ed un certo tipo di nastro, è però abbastanza facile regolare la premagnetizzazione al livello piú conveniente; allo scopo saranno sufficiente un oscillatore audio (a frequenza variabile) ed un voltmetro elettronico. Se il registratore su cui si lavora ha testine di registrazione e di lettura separate (ed anche preamplificatori separati), la regolazione richiede una sola operazione, poiché si potrà misurare il segnale riprodotto mentre si regola la premagnetizzazione. Se invece

Fig. 5 - Su questo schema parziale del circuito delle testine si notano i compensatori C1 e C2 che servono per la regolazione della premagnetizzazione.



il registratore ha una sola testina per la registrazione e la lettura, sarà necessario procedere a passi successivi, alternando le operazioni di registrazione e di riproduzione.

Il segnale generato dall'oscillatore ad alta frequenza esistente in ogni registratore, e che serve per la cancellazione e la premagnetizzazione, viene normalmente portato ad un estremo dell'avvolgimento della testina di registrazione, attraverso un potenziometro od un piccolo condensatore variabile, come illustrato nella *fig. 5;* nella *fig. 6* sono schematizzati i vari collegamenti da effettuare; il generatore dovrà dare un segnale a 1.000 Hz, circa 5 dB piú basso di quello corrispondente agli 0 VU. Si comincia con un livello di premagnetizzazione molto basso e lo si aumenta gradualmente, osservando il livello d'uscita sul voltmetro elettronico precedentemente collegato all'uscita del registratore. All'aumentare della corrente di premagnetizzazione si osserverà un progressivo aumento del livello d'uscita; questo aumento sarà inizialmente rapido e poi via via piú lento, sino a che non si raggiunge un massimo, oltre il quale il livello diminuisce. Il livello di premagnetizzazione dovrà essere regolato appena al di là di questo massimo, e piú precisamente nel punto in cui il segnale d'uscita si è abbassato di circa 0,5 dB. L'operazione andrà effettuata prima su un canale e poi sull'altro.

Portare la premagnetizzazione un poco oltre il punto di massimo aumento presenta diversi vantaggi; ad esempio, contribuisce a ridurre il numero di "evanescenze" che nascono nella registrazione e che sono dovute alla natura granulare delle particelle di ossido depositate sul nastro.

Dopo avere ottimizzato la premagnetizzazione di ciascun canale, conviene controllare la risposta in frequenza globale con una prova di registrazione e riproduzione; è senz'altro conveniente controllare un canale alla volta. Allo scopo si collega un oscillatore audio all'ingresso ad alto livello di un canale, e si inserisce un microfono nell'apposito ingresso dell'altro canale. Si regola poi il livello d'uscita dell'oscillatore in modo da ottenere sullo strumento del registratore l'indicazione -10 dB (a 1.000 Hz) se si sta lavorando con un apparecchio a bobine, e l'indicazione di -20 dB se si sta provando un apparecchio a cassette (a causa della bassa velocità di funzionamento, nei registratori a cassette l'equalizzazione richiede una notevole esaltazione delle alte frequenze; se si tentasse di rilevare la curva di risposta lavorando con livelli piú alti di -20 dB, si provocherebbe la saturazione del nastro alle alte frequenze). Si registra una serie di brevi segnali a frequenze diverse, partendo dalle piú basse ed annunciando ogni volta sul canale non in prova la frequenza relativa a ciascun segnale; procedendo in questo modo si eviterà di dover prendere nota delle frequenze che si vanno via via registrando. Si fa quindi scorrere il nastro in riproduzione, osservando il livello di ciascun segnale e riportando i risultati su un grafico. Se si nota che verso le alte frequenze vi è un innalzamento nella curva di risposta, conviene aumentare leggermente la corrente di premagnetizzazione, sino a che non si riscontri una risposta uniforme. Se invece la curva sembra presentare un abbassamento eccessivo alle alte frequenze, occorre diminuire leggermente la premagnetizzazione.

L'andamento della curva di risposta alle alte frequenze è però legato non solo alla premagnetizzazione, ma anche all'insieme delle due equalizzazioni: quella in registrazione e quella in riproduzione. Se dopo aver ottimizzato il livello di premagnetizzazione si riscontra una curva di risposta globale scadente, converrà probabilmente agire sulla equalizzazione, piuttosto che alterare troppo il livello di premagnetizzazione; se infatti si spostasse eccessivamente tale livello potrebbero manifestarsi forti aumenti nelle distorsioni armonica e di intermodulazione.

Equalizzazione del nastro - Mentre per l'incisione dei dischi esiste una caratteristica di equalizzazione standardizzata, per la registrazione dei nastri magnetici non è stata normalizzata alcuna curva di equalizzazione. Esistono invece diverse curve normalizzate per l'equalizzazione in riproduzione, le piú conosciute delle quali sono quella adottata dalla NAB e quella standardizzata dal CCIR (e norme DIN). L'obiettivo delle operazioni di equalizzazione è ovviamente quello di riprodurre tutte le frequenze al loro livello originale; la *fig. 7* mostra il segnale d'uscita che si ottiene da una testina di lettura con traferro da 4 μ, per diverse velocità di scorrimento del nastro. Poiché il parametro a cui la testina è sensibile è la rapidità di variazione del campo magnetico, il suo segnale di uscita sale con la frequenza, sino a quando la lunghezza d'onda del segnale registrato sul



Fig. 6 - Collegamento degli strumenti per la messa a punto della premagnetizzazione attraverso il contemporaneo controllo del livello d'uscita.

nastro non si avvicina alla larghezza del traferro della testina; da questo punto in poi la curva di risposta scende rapidamente.

Per rendere uniforme la risposta globale in frequenza di un registratore a nastro si agisce in due modi diversi. Nel processo di registrazione si esaltano le frequenze piú alte (preenfasi) in modo da compensare la caduta della curva verso l'estremo alto della banda audio; questo procedimento non deve però essere spinto all'eccesso poiché una preenfasi eccessiva provoca la saturazione del nastro, con conseguente aumento della distorsione e drastico abbassamento del segnale d'uscita. Nella riproduzione si effettua invece una deenfasi: le caratteristiche rappresentate nella *fig. 8,* che sono quelle normalizzate per questa operazione, scendono quasi linearmente dalle basse verso le alte frequenze e compensano la salita del segnale in uscita dalla testina di lettura; verso le alte frequenze le caratteristiche si arrotondano e la discesa cessa, in modo da compensare l'abbassamento della curva di risposta della testina.

Se gli amplificatori di riproduzione hanno una caratteristica di deenfasi piú blanda di quella prescritta, la risposta alle alte frequenze risulta migliore, ma a spese di un forte aumento nel soffio del nastro. Nella scelta delle caratteristiche di equalizzazione in registrazione ed in riproduzione bisogna quindi realizzare un compromesso che tenga conto sia della risposta in frequenza sia del rapporto segnale/rumore.

Nella *fig. 9* sono rappresentati due andamenti tipici (ma non standardizzati) della caratteristica di equalizzazione in registrazione; la loro forma è tale da compensare esattamente le curve standardizzate della *fig. 8.*

Poiché nel valutare le prestazioni di un registratore a nastro la maggior parte degli audiofili presta attenzione soprattutto, e quasi solo, alla risposta in frequenza, alcuni costruttori spianano leggermente la caratteristica di equalizzazione in registrazione e rinforzano notevolmente l'equalizzazione in riproduzione, in modo da ottenere una risposta in frequenza piú estesa, anche se ciò significa un maggior soffio del nastro. La scelta di cui sopra è particolarmente frequente per i registratori a cassette.

Se si tiene anche conto del fatto che certi tipi di nastro (specialmente quelli al biossido di cromo) hanno intrinsecamente una risposta alle alte frequenze migliore di quella dei nastri usuali, è facile capire come non esista una coppia di curve (registrazione e riproduzione) che sia la migliore in assoluto per qualsiasi tipo di nastro. Appunto per questa ragione sul pannello frontale dei moderni registratori, sia a cassette sia a bobine, hanno fatto la loro comparsa i commutatori per modificare la caratteristica di equalizzazione.

Per adattare la risposta del proprio registratore al tipo di nastro che si preferisce, conviene agire sulla sua equalizzazione in riproduzione. In teoria sarebbe anche possibile variare l'equalizzazione in registrazione, ma un'operazione del genere non è consigliabile, poiché un'alterazione dell'equalizzazione in registrazione cambierebbe i margini contro la saturazione e la distorsione. Dopo aver ritoccato l'equalizzazione in registrazione, diventerebbe anche difficile interpretare le indicazioni degli strumenti misuratori di livello incorporati nell'apparecchio, che sono stati tarati tenendo conto dell'equalizzazione originale. Nulla impedisce invece, nei casi in cui si riscontri che con un certo nastro il rapporto segnale/rumore è piú che soddisfacente mentre la risposta in frequenza lascia a desiderare, di provare a modificare la costante di tempo dei circuiti di riproduzione del proprio registratore. Su alcuni apparecchi esistono dei potenziometri interni creati appositamente per questo scopo.

Nella *fig. 10* è rappresentata parte del circuito di riproduzione di un registratore a cas-

sette; il valore su cui è regolato il potenziometro R1 determina la costante di tempo globale della rete di controreazione, e quindi la frequenza per cui la curva di equalizzazione piega verso l'orizzontale. Se si ruota il cursore del potenziometro sino a cortocircuitare il condensatore da 2,2 nF, si abbassa la risposta alle alte frequenze, mentre ruotandolo nell'altro senso (cioè in modo da avere l'intera resistenza in parallelo al condensatore) la risposta alle alte frequenze aumenta.

Se nel circuito di equalizzazione del registratore non esistono componenti variabili, si può eventualmente provare a sostituire condensatori o resistori con altri di valore diverso; prima però di dedicarsi a questa operazione, che è piuttosto delicata e per la quale non si dovrebbe procedere del tutto a casaccio, conviene scrivere alla casa costruttrice dell'apparecchio spiegando le proprie necessità. Un tipo di nastro al biossido di cromo recentemente apparso sul mercato richiede ad esempio, per funzionare nel migliore dei modi, una equalizzazione con costante di tempo di 70 μsec; le cassette che contengono tale tipo di nastro portano all'esterno uno speciale dentino che le contraddistingue. Al-

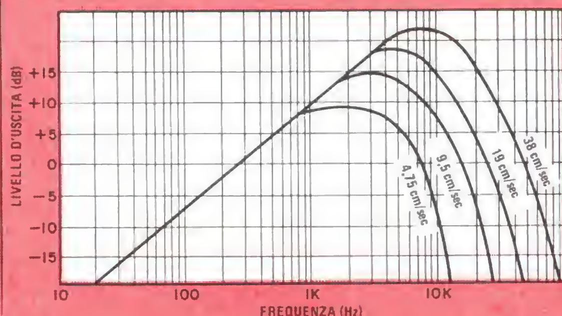


Fig. 7 - Andamento del livello in uscita da una tipica testina di lettura in funzione della frequenza, per diverse velocità di scorrimento del nastro.

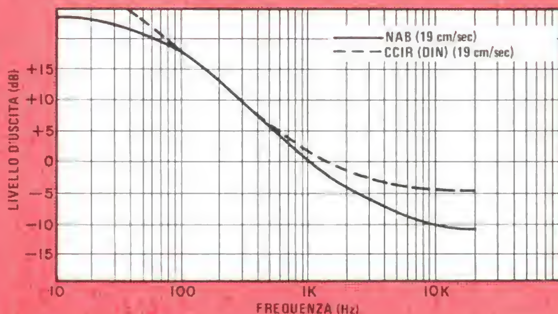


Fig. 8 - Due curve standardizzate per l'equalizzazione in riproduzione nei registratori a bobine

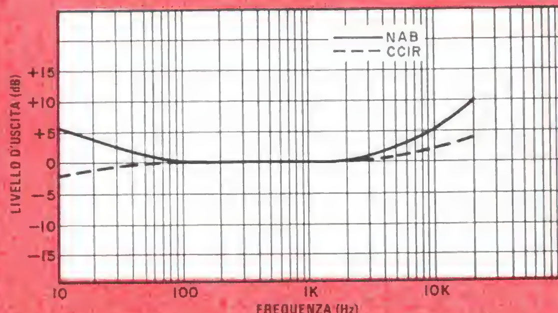


Fig. 9 - Tipiche curve di equalizzazione in riproduzione, aventi andamento tale da compensare le caratteristiche normalizzate della NAB e della CCIR.

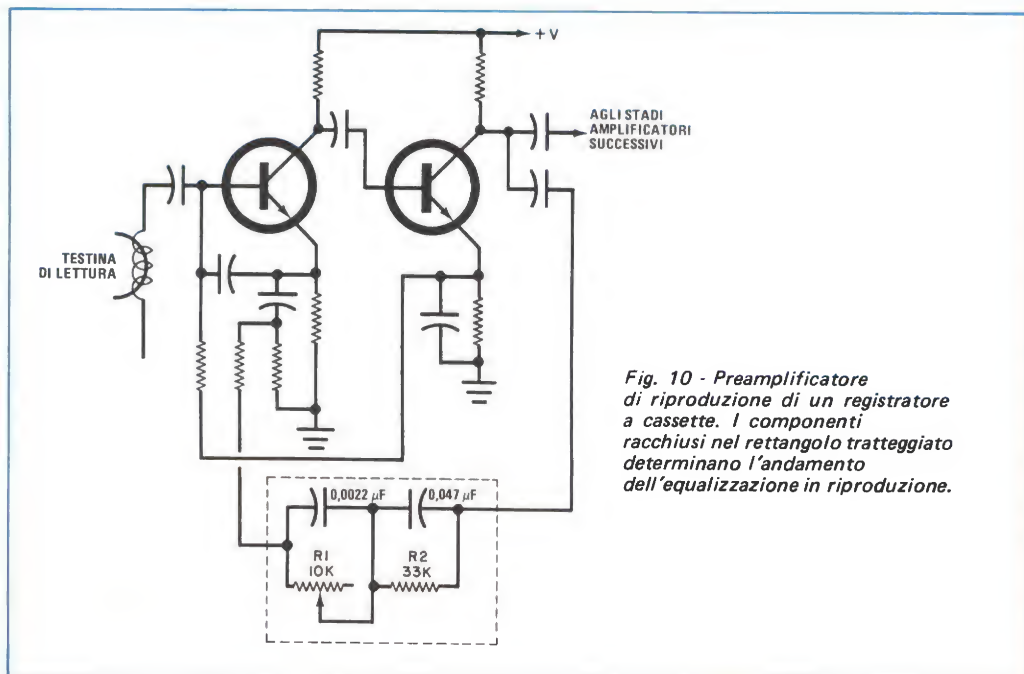


Fig. 10 - Preamplificatore di riproduzione di un registratore a cassette. I componenti racchiusi nel rettangolo tratteggiato determinano l'andamento dell'equalizzazione in riproduzione.

cuni dei piú recenti registratori a cassette montano nell'interno un commutatore che serve a cambiare la costante di tempo dei circuiti di equalizzazione e che viene azionato automaticamente quando si inserisce nell'apparecchio una cassetta munita del citato dentino.

Supponiamo però che il registratore non abbia questa commutazione automatica, e vediamo che cosa si può fare per adattarlo al nuovo tipo di nastro. Bisognerà anzitutto procurarsi lo schema elettrico dell'apparecchio e individuare la coppia di componenti (normalmente un resistore ed un condensatore in parallelo) che stabiliscono la costante di tempo di 120 μsec. Si ricordi che il valore della costante di tempo si ottiene moltiplicando fra loro i valori della resistenza e della capacità: unendo un resistore da 12 kΩ ed un condensatore da 10 nF si otterrà cioè una costante di tempo pari a $12 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-9} = 120 \times 10^{-6}$, vale a dire 120 μsec. Portando il valore della resistenza a 6,8 kΩ, la costante di tempo diventerà di circa 70 μsec. Dopo aver effettuato questa modifica, il registratore sarà ovviamente solo piú adatto per il nuovo tipo di nastro, a meno che non si provveda a sistemare sull'apparecchio un piccolo commutatore, con il quale sia possibile riportare la costante di tempo al suo valore originale, operazione da farsi quando si vorrà usare un nastro di tipo normale. Come già detto, è indispensabile però chiedere informazioni alla casa costruttrice prima di cominciare a sostituire componenti piú o meno a caso; le varie case adottano infatti circuiti equalizzatori di struttura assai diversa tra loro.

Poiché i fabbricanti di nastri magnetici immettono continuamente sul mercato nuovi tipi di nastro, dalle prestazioni sempre migliori, i costruttori di registratori si trovano nella materiale impossibilità di prevedere per i loro apparecchi condizioni di premagnetizzazione e di equalizzazione che diano le migliori prestazioni con tutti i tipi di nastro. Chi però è disposto a spendere tempo e fatica per l'operazione, potrà fare in modo che la comparsa dei nuovi nastri speciali non renda superato il proprio registratore: un piccolo ritocco alla premagnetizzazione, ed eventualmente una modifica anche alla curva di equalizzazione, potranno (naturalmente se effettuati con la dovuta cura) rendere l'apparecchio adatto ai nastri piú moderni e piú efficienti. ★

Polarizzazione dei transistori

COME PROGETTARE UNO STADIO AMPLIFICATORE PRIVO DI DERIVA TERMICA RICORRENDO SEMPLICEMENTE ALLA LEGGE DI OHM

Il metodo che verrà descritto permette di progettare con la massima semplicità la rete di polarizzazione di uno stadio amplificatore con transistore bipolare; esso dà ottimi risultati in quasi tutte le applicazioni ed assicura una buona stabilità nei confronti della deriva termica. Tutto ciò che occorre conoscere per il progetto è il tipo di materiale semiconduttore (germanio o silicio) con cui è realizzato il transistore usato.

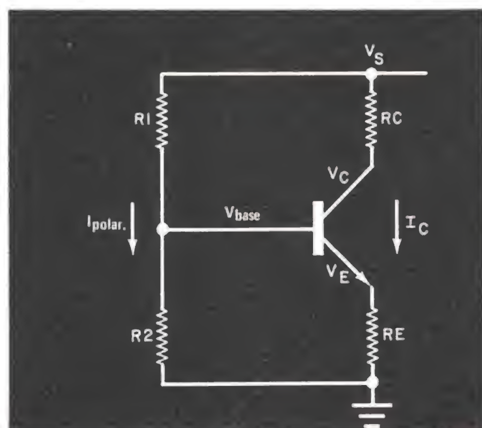
Vediamo anzitutto da quali supposizioni si è partiti per giungere al metodo in questione, supposizioni che si possono ritenere senz'altro soddisfatte dai moderni transistori di buona qualità:

1) la corrente di dispersione tra collettore e base può ritenersi trascurabile;
2) il guadagno di corrente (beta) è tanto alto da poter trascurare la corrente di base (che rappresenterà solo una piccola parte della corrente che percorre il partitore di base);
3) la corrente di emettitore è uguale a quella di collettore.

In base a queste assunzioni, il circuito può essere schematizzato come nella figura.

Analizziamo ora passo per passo le varie fasi del sistema.

1° passo - Si decida quale deve essere la corrente di collettore (uguale alla corrente di emettitore). Il valore di tale corrente è spesso imposto dal carico; in altri casi è possibile usare il valore della corrente di prova riportato sul foglio di caratteristiche del transistore usato. Se l'alimentazione è ottenuta da una batteria, sarà bene scegliere una corrente piuttosto bassa, cosí da far durare a lungo la batteria. I transistori per segnali di media ampiezza hanno correnti di collettore comprese in genere nel campo da 1 mA a 10 mA; i transistori per piccoli segnali hanno spesso correnti intorno a 0,1 mA.



2° passo - Si stabilisca quale sarà la tensione di alimentazione. Normalmente sarà uno dei valori standard forniti dalle batterie: 9 V, 12 V o 24 V.

3° passo - Supposto che la tensione di emettitore debba essere pari al 10% della tensione di alimentazione, si determini la resistenza da mettere sull'emettitore con la formula: $R_E = 0{,}1\ V_S / I_C$.

La scelta fatta per la tensione di emettitore consente di avere una buona stabilità termica e di tollerare forti variazioni nel beta dei transistori usati; inoltre, cosí facendo, si protegge la giunzione emettitore-base da eventuali sovracorrenti.

4° passo - Si calcoli la tensione di base. Questa è legata al materiale semiconduttore impiegato per il transistore, poiché da esso dipende la caduta di tensione sulla giunzione. Per il silicio la caduta è di 0,7 V, mentre per il germanio è di 0,3 V. La tensione di base sarà quindi pari alla tensione di emettitore aumentata di 0,7 V oppure di 0,3 V.

5° passo - Si assuma per la corrente di polarizzazione (quella che scorre in R1 e R2) un valore pari al 10% della corrente di collettore. Se il beta è sufficientemente alto, come accade per i moderni transistori, si può tranquillamente trascurare il fatto che in parallelo a R2 si trova una resistenza equivalente, il cui valore è pari al prodotto di R_E per il beta del transistore; una tolleranza del 10% o del 20% su R1 o R2 ha infatti un effetto ben maggiore sulla corrente di polarizzazione che non la debole corrente di base di un transistore di tipo recente. Si noti

che per transistori diversi, pur dello stesso tipo, il beta può spesso variare in un ampio campo, ad esempio da 100 a 300.

6° *passo* - Si calcoli R2 a partire dalla tensione di base e dalla corrente di polarizzazione usando la formula:
$R2 = V_{base} / I_{polar.} = V_{base} / (0{,}1 \cdot I_C)$.

7° *passo* - Si calcoli R1 con la formula: $R1 = (V_S - V_{base}) / I_{polar.}$.

8° *passo* - Si decida il valore della tensione di collettore. Tranne che nei circuiti del tipo a collettore comune (o "emitter follower"), il segnale di uscita è sempre prelevato sul collettore; per evitare che la forma d'onda d'uscita rischi di avere le creste tagliate, si faccia $V_C = 0{,}5\ V_S$.

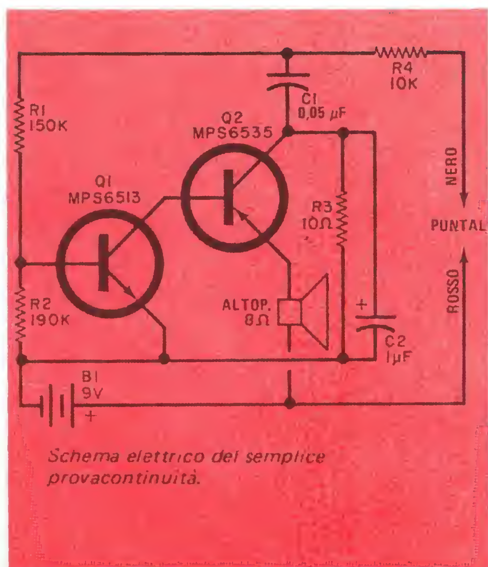
9° *passo* - Si calcoli R_C in base a I_C e V_C, con la formula: $R_C = V_C / I_C = 0{,}5\ V_S / I_C$. ★



Singolare Provacontinuità

Controllare la continuità di un circuito elettronico può sembrare un lavoro molto semplice: basta usare un tester, un analizzatore elettronico o un altro tipo di strumento per la misura di resistenze. Sfortunatamente, però, l'uso di tali strumenti in circuiti a stato solido non è consigliabile, in quanto la corrente che essi forniscono per le misure di resistenza può danneggiare le giunzioni dei semiconduttori.

Il semplice provacontinuità che descriviamo ha soli 50 μA tra i puntali in condizione di cortocircuito; ciò ne permette l'uso sui più comuni circuiti integrati e semiconduttori separati, compresi i dispositivi MOS.



Schema elettrico del semplice provacontinuità.

L'indicazione viene fornita dal provacontinuità tramite un segnale sonoro, per cui non occorre tenere d'occhio lo strumento mentre si eseguono prove su un circuito: si evita cosí il pericolo che un puntale possa scivolare mentre si osserva lo strumento, danneggiando la giunzione di semiconduttori. Con questo provacontinuità, una buona giunzione di diodo suonerà bene se polarizzata in senso diretto.

Come funziona - I transistori Q1 e Q2 della Motorola formano un semplice oscillatore audio controllato a tensione ed hanno in uscita un altoparlante. La frequenza d'oscillazione è determinata da R1, C1, R4 e dalla resistenza tra i puntali. Il resistore R3 rappresenta il carico di collettore per Q2 ed il condensatore C2 viene usato per la fuga audio.

Con i puntali aperti (non in cortocircuito) la durata della batteria è circa uguale a quella di magazzino, perché non viene consumata corrente quando tra i puntali non vi è continuità.

Costruzione - Lo strumento può essere montato su una basetta perforata e racchiuso in una scatoletta adatta. Un piccolo altoparlante può essere incollato sul pannello superiore della scatola, sulla quale si dovranno praticare alcuni fori per l'uscita del suono.

I puntali, uno rosso e uno nero in accordo con la polarità della batteria, si fanno uscire dalla scatoletta attraverso gommini passacavo; essi sono costituiti da normali puntali metallici con manicotti di plastica. ★



CORSO KIT Hi-Fi STEREO

Non è necessario essere tecnici per costruire un amplificatore Hi-Fi! Il metodo Elettrakit permette a tutti di montare, per corrispondenza, un modernissimo amplificatore Hi-Fi a transistori, offrendo un magnifico divertimento e la possibilità di conoscere a fondo l'apparecchio.
Elettrakit Le offre la sicurezza di costruirsi a casa Sua, con poca spesa e senza fatica, **un moderno ed elegante amplificatore Hi-Fi a transistori:** il mobile è compreso. Il metodo Elettrakit è facilissimo e veramente nuovo poiché, seguendone le istruzioni, Lei dovrà soltanto sovrapporre le parti, contrassegnate con un simbolo, sul circuito stampato che riporta gli stessi contrassegni e bloccarle con punti di saldatura. Sarà un vero divertimento per Lei vedere come con sole 10 lezioni riuscirà a completare il montaggio del Suo apparecchio, che in breve sarà perfettamente funzionante. Elettrakit Le manda a casa tutto il materiale necessario (transistori, mobile, ecc.), Lei non dovrà procurarsi nulla: **tutto è compreso nel prezzo** e tutto resterà Suo!

L'Allievo riceve tutti i componenti necessari per costruirsi il complesso Hi-Fi formato dall'amplificatore 4 + 4 W, da due cassette acustiche provviste di altoparlanti speciali, e da un giradischi stereofonico a tre velocità, con i relativi mobiletti come in figura.
Lei potrà montare questi magnifici apparecchi con le Sue mani divertendosi e imparando!

SE VOLETE REALIZZARE UN COMPLESSO DI AMPLIFICAZIONE RICHIEDETE INFORMAZIONI GRATUITE ALLA

Scuola Radio Elettra
10126 Torino - Via Stellone 5/33
Tel. (011) 674432

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

Testina fonorilevatrice stereo

STANTON 681 EEE



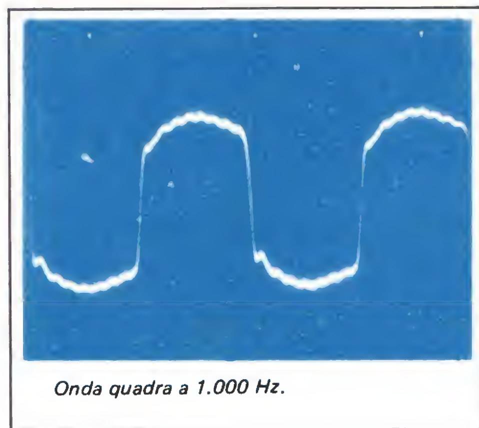
Prestazioni migliorate grazie ad una puntina dalla massa assai ridotta

La testina fonorilevatrice stereofonica Mod. 681 EEE della Stanton sostituisce il precedente Mod. 681 EE da cui è derivata; i due modelli hanno infatti lo stesso aspetto, ad eccezione della sigla stampata sul guscio copripuntina asportabile. La principale differenza di struttura tra le due testine sta nel fatto che la massa della puntina montata sulla nuova EEE è stata ridotta di circa un terzo rispetto a quella del modello precedente.

Sulla testina è montato un piccolo spazzolino, che ha lo scopo di asportare la polvere dai solchi del disco e che può essere eventualmente staccato. Se la testina viene usata con lo spazzolino, è necessario adottare valori di forza d'appoggio leggermente modificati; il regolatore di tale forza cioè deve essere posto 1 g piú in alto del valore desiderato, per compensare il leggero sforzo di sollevamento esercitato dallo spazzolino che appoggia sulla superficie del disco. Si noti che la forza effettivamente esercitata dalla puntina sui solchi non risulta aumentata, ma è esattamente quella voluta. Anche l'entità della compensazione della forza centripeta andrà in genere aumentata, piú o meno nella stessa misura.

La testina Mod. 681 EEE, che la Stanton definisce addirittura un "campione di riferimento", è in effetti degna di nota per l'uniformità della sua risposta in frequenza; tale risposta viene rilevata per ogni testina ed è tracciata su un grafico fornito insieme con la testina stessa. La testina viene venduta corredata di quanto occorre per il suo montaggio e di un piccolo cacciavite.

Con la testina viene fornita normalmente una puntina ellittica da 5 x 18 micron, prevista per forze di appoggio comprese tra 0,75 g e 1,5 g. Sono però disponibili a richiesta una puntina conica da 25 micron, prevista per forze d'appoggio di 2 g ÷ 5 g e destinata alla lettura dei dischi monofonici,



Onda quadra a 1.000 Hz.

nonché una puntina da 68 micron, prevista per forze d'appoggio da 3 g ÷ 7 g e destinata all'uso con i dischi a 78 giri.

Misure di laboratorio - Per le prove di ascolto si è montata la testina sul braccio di un giradischi Dual Mod. 601 e si è utilizzata una forza d'appoggio di 1 g; la testina è stata chiusa sul carico consigliato dal costruttore, cioè una resistenza di 47 kΩ con una capacità di 250 pF in parallelo. Per prima cosa si è verificato che, adottando una forza d'appoggio di 1 g, la testina fosse in grado di leggere i segnali a piú alto livello registrati sui dischi di prova Fairchild 101 e Cook Series 60.

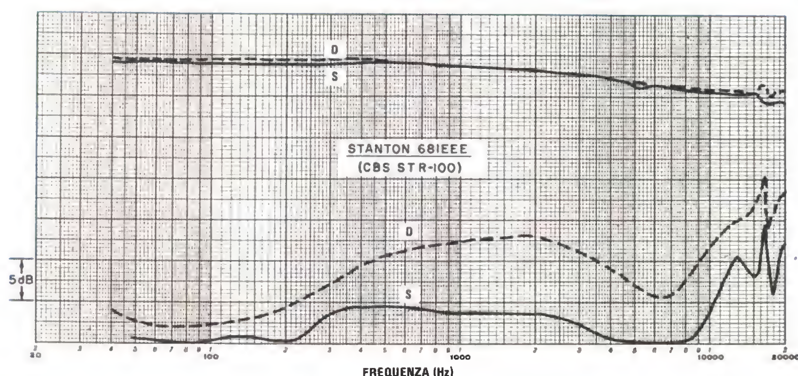
La risposta in frequenza è stata misurata utilizzando un disco di prova CBS STR 100, ed è risultata eccezionalmente priva di irregolarità. Essa scende dolcemente ed in modo quasi perfettamente lineare da 500 Hz a 20 kHz; a quest'ultima frequenza la risposta è 5 dB al di sotto di quella alle frequenze intermedie. L'unico scostamento dalla linearità che si è osservato è una deviazione con ampiezza di circa 0,75 dB intorno ai 17 kHz, presumibilmente dovuta ad una risonanza meccanica. Un'onda quadra a 1.000 Hz, letta su un disco CBS STR 111, è stata resa con le creste leggermente arrotondate, e priva di picchi ed oscillazioni dovute a risonanze.

La separazione tra i canali è risultata, sotto i 10 kHz, mediamente di 30 dB su un canale e di 20 ÷ 25 dB sull'altro; tra 10 kHz e 20 kHz essa è apparsa invece di 10 ÷ 20 dB, con una irregolarità sui 17 kHz, la stessa frequenza su cui si erano già precedentemente notati fenomeni di risonanza. La risonanza alle basse frequenze si è manifestata invece sui 7 Hz; a tale frequenza la curva di risposta ha un innalzamento di circa 10 dB.

Per valutare l'effetto sulla risposta in frequenza di una piú alta capacità in parallelo al carico, si è aumentata tale capacità sino a 480 pF: il piú alto valore incontrato in pratica; ne è conseguita una maggior pendenza della curva di risposta al di sopra dei 10 kHz, che portava ad un' ulteriore perdita di 5 dB sui 20 kHz. Da queste prove si deduce quindi che la testina 681 EEE non richiede, come accade invece per altre testine esistenti sul mercato, un carico con capacità piuttosto alta per fornire una risposta in frequenza uniforme; la testina appare comunque in grado di dare ottime prestazioni con tutti i carichi che normalmente si incontrano in pratica.

La tensione d'uscita della testina è risultata quasi perfettamente uguale per i due canali: di 3,2 mV per una velocità di 3,54 cm/sec. Si è misurata la distorsione di intermodulazione utilizzando un disco Shure TTR-102 e si è riscontrato che essa è alquanto bassa (circa 1%) alle normali velocità, e comincia a crescere sensibilmente solo oltre i 18 cm/sec; a questa velocità la distorsione è ancora soltanto del 3,2%; alla massima velocità di prova, cioè a 27,1 cm/sec, la distorsione di intermodulazione è risultata del 10%.

Si è controllata la capacità di lettura della puntina alle alte frequenze mediante i treni d'onda del disco di prova Shure TTR-103; la intermodulazione rilevata in questa prova, che non può però essere con-



frontata con i normali dati di intermodulazione, è assai bassa: appena superiore all'1% alla massima velocità, che in questo caso è di 30 cm/sec. La capacità di lettura alle medie frequenze è stata invece controllata utilizzando un disco tedesco, lo stesso disco che molte case costruttrici europee usano nelle loro prove e che contiene un segnale a 300 Hz registrato ad una serie di livelli diversi. La distorsione ha cominciato ad essere udibile solo nella lettura del livello contrassegnato con "70 μ", che corrisponde ad una velocità della puntina di circa 15 cm/sec.

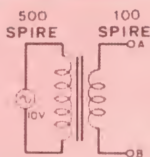
Impressioni d'uso - Le caratteristiche del suono fornito da una testina possono essere facilmente messe in relazione con le irregolarità rilevate nella sua risposta in frequenza e con la sua distorsione; la corrispondenza è assai piú stretta di quanto non lo sia negli altri componenti di un impianto audio. Non deve quindi sorprendere il fatto che questa testina sia in grado di leggere con facilità brani musicali con livello molto alto, dando prova di avere una delle risposte in frequenza piú regolari - ed anche piú uniformi - tra quelle riscontrate su testine fonorilevatrici.

Grazie alle sue ottime caratteristiche, il suono che si ottiene da questa testina della Stanton risulta dolce e assolutamente privo di colorazioni. Anche se il merito della buona qualità del suono non è da attribuire esclusivamente alla testina, si può comunque affermare che essa, durante le prove, non ha alterato in alcun modo il perfetto segnale registrato sul disco.

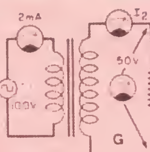
L'effettiva capacità della testina di leggere brani musicali caratterizzati da un'elevata velocità è stata confermata da come ha letto il disco della Shure "Audio Obstacle Course - Era III". Se si fa eccezione per i due brani con suoni sibilanti a livello piú alto, brani che del resto non è facile riuscire ad udire riprodotti in modo perfetto, cioè senza alcuna tendenza verso un suono frusciante, la testina Mod. 681 EEE non ha dato alcun segno di sforzo e non sembrava costretta dal disco al limite delle sue prestazioni.

Si può concludere che la testina Stanton Mod. 681 EEE rientra nel ristretto gruppo delle testine di altissima qualità, caratterizzate sotto ogni aspetto da prestazioni che si scostano nettamente da quelle del gran numero delle testine correnti. ★

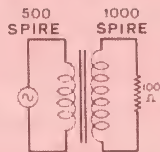
QUIZ SUI TRASFORMATORI



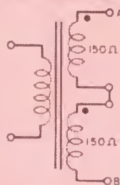
1. Supponendo che non vi siano perdite, la tensione d'uscita tra A e B è di .... V.



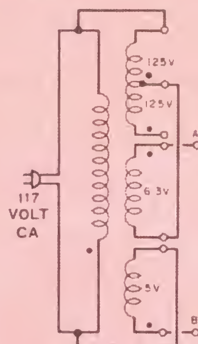
2. Supponendo che non vi siano perdite, la corrente secondaria I_2 è di ....mA.



3. Il carico secondario di 100 Ω apparirà come ....Ω alla tensione primaria di alimentazione.



4. Se i due avvolgimenti da 150 Ω sono collegati com'è illustrato, l'impedenza d'uscita tra A e B sarà di ....Ω.



5. Tenendo conto del modo in cui gli avvolgimenti sono collegati e dei segni delle loro polarità, la tensione d'uscita tra A e B sarà di ....V.

RISPOSTE: 1)= 2 V; 2)= 4 mA; 3)= 25 Ω; 4)= 600 Ω; 5)= 9,3 V.



Come ottenere un buon segnale stereo

Qualcuno sostiene che la stereofonia non è altro che una tecnica di registrazione e riproduzione sonora avente lo scopo di rendere impossibile all'ascoltatore la localizzazione del punto di provenienza dei suoni.

Invece, la stereofonia deve fornire allo stesso tempo suoni non localizzati e suoni precisamente localizzati. I suoni non localizzati danno all'ascoltatore il senso dello spazio che circonda gli esecutori, mentre i suoni localizzati sono quelli che provengono direttamente dagli strumenti musicali e che permettono di localizzarne la posizione, verso sinistra o verso destra, ed entro certi limiti anche posteriormente.

Le registrazioni stereofoniche differiscono enormemente fra loro per quanto riguarda il rapporto tra suono localizzato e non localizzato. Un esempio limite è dato da quei dischi stereofonici derivati da una matrice monofonica (che vengono talvolta contrassegnati con la dicitura "reprocessed for stereo"); in questi dischi la musica proviene da una zona indistinta che si estende fra i due altoparlanti, piuttosto che da un punto centrale ben definito, come avverrebbe in effetti per il normale suono monofonico. All'estremo opposto si trovano invece quelle registrazioni (contrassegnate con la scritta "multitrack mono") in cui gli esecutori sembrano isolati tra loro e posti in punti ben precisi. Le prime registrazioni di cui abbiamo parlato non hanno alcun suono localizzato, mentre le seconde mancano totalmente di suoni non localizzati. L'orecchio sembra gradire in particolare un suono stereofonico che realizzi il giusto equilibrio fra i due estremi.

Tutti sono d'accordo sull'importanza che una buona localizzazione dei suoni o "direzionalità" riveste nella riproduzione stereofonica. L'idea di un suono completamente nondirezionale richiama alla mente due aneddoti. Il primo è di Tom Horrall della Bolt Beranek & Newman, e si riferisce ad alcuni suoi esperimenti per installare negli ambienti di lavoro sistemi audio che generassero un soffio di sottofondo a livello molto basso e dalle caratteristiche spettrali accuratamen-

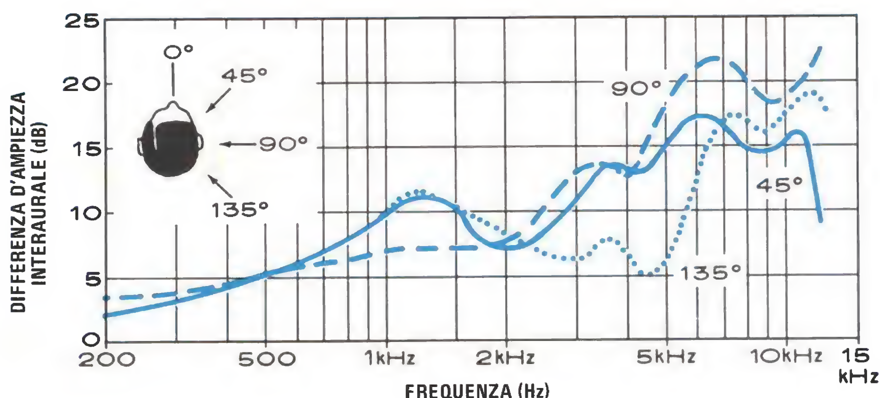


Fig. 1 - Il cervello utilizza le differenze tra i segnali che giungono ai due orecchi per localizzare la direzione delle sorgenti sonore.

te selezionate (suono definito come "profumo sonoro" e che sembra assai efficace nel favorire il rilassamento). La prima versione del sistema non venne ben accolta, evidentemente perché gli altoparlanti venivano facilmente individuati come sorgente del suono. L'inconveniente fu superato facendo generare il rumore di sottofondo da un sistema "stereofonico", nel quale i vari altoparlanti venivano alimentati da segnali aventi relazioni di fase del tutto casuale, piuttosto che da segnali identici. Quest'accorgimento rendeva il suono nondirezionale e quindi (a quanto sembra) molto piú piacevole.

Il secondo risale a Bob Carver della Phase Linear e si riferisce al tempo in cui stava cercando di ottenere consensi per il suo ottimo sistema di riduzione del rumore. Egli mostrava agli ascoltatori che, con il semplice tocco di un interruttore, il soffio di fondo presente in una registrazione o in una trasmissione in MF veniva ridotto in modo sorprendente. Molti ascoltatori, dopo aver assistito all'esperimento, sostenevano che oltre al rumore di fondo andava anche perduto un "qualcos'altro", che non erano però in grado di precisare. Carver, studiando il problema, si convinse che i meccanismi in gioco erano due:

1) la presenza del soffio dava agli ascoltatori la certezza che il sistema audio era in grado di riprodurre le alte frequenze, anche se in quel momento la musica udita non ne prevedeva;
2) il soffio, avendo una fase del tutto casuale sui due canali stereo, faceva sembrare piú ampia la zona spaziale da cui proveniva l'esecuzione, che risultava estesa a tutto l'intervallo tra i due altoparlanti, e talvolta anche oltre. In seguito egli usò per la dimostrazione del suo sistema programmi monofonici, e potè constatare che la scomparsa del soffio era avvertita come un vantaggio piú nettamente di quanto non lo fosse con i programmi stereofonici.

La direzionalità e l'udito - Per non dare l'impressione di voler fare l'elogio del "soffio", sarà bene rivedere insieme quello che si sa circa la capacità del suono stereofonico di soddisfare il nostro udito. La direzione di provenienza di un suono viene avvertita in base a tre elementi diversi. Il primo è la differenza nel tempo d'arrivo; per i suoni che provengono esattamente di fronte o dalla parte posteriore, il tempo d'arrivo sui due orecchi è identico; i suoni laterali arrivano invece ad un orecchio una frazione di millisecondo prima che all'altro. Questa differen-

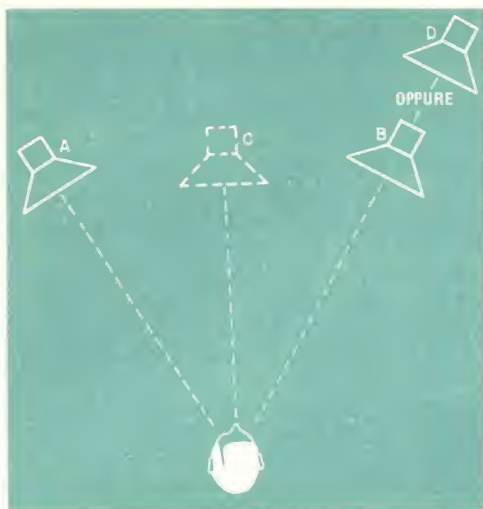


Fig. 2 - Disposizione degli altoparlanti per constatare l'effetto di una diversità nel tempo d'arrivo.

za di tempo fra un orecchio e l'altro (che viene chiamata "Interaural Time Difference" o semplicemente ITD) è sfruttata dalla parte del cervello umano collegata all'orecchio per stabilire la direzione di provenienza. Il secondo elemento è la differenza d'ampiezza tra i suoni che arrivano ai due orecchi (chiamata "Interaural Amplitude Difference", o semplicemente IAD). L'orecchio piú vicino alla sorgente sonora ode infatti il suono un po' piú forte ed in base a questo effetto il cervello trae deduzioni sulla sua direzione di arrivo (nell'ascolto dei suoni ambientali di ogni giorno, l'ITD e l'IAD sono sempre presenti ed i loro effetti si sommano). Il terzo elemento in base al quale viene riconosciuta la direzione di un suono è legato alla sua caratteristica spettrale. L'effetto mascherante del capo e dell'orecchio esterno agisce sulle varie frequenze in modo diverso per le differenti angolazioni di provenienza dei suoni *(fig. 1)*. L'importanza determinante di questo elemento nel meccanismo della sensazione direzionale è assai spesso ignorata.

Dei tre effetti citati, l'ITD è sotto molti punti di vista il piú importante; tuttavia, l'effetto stereofonico nelle moderne registrazioni è soprattutto ottenuto attraverso l'IAD. Per illustrare ciò e per spiegare il meccanismo delle registrazioni stereofoniche possiamo rifarci ad un esperimento classico, illustrato nella *fig. 2*, e che prevede l'impiego di due altoparlanti, A e B, equidistanti dall'ascoltatore. Se i due altoparlanti sono pilotati da segnali identici, allo stesso livello, i suoni da loro emessi arriveranno all'orecchio dell'ascoltatore in modo tale da dare l'impressione di provenire da una immaginaria sorgente sonora localizzata in C (è in questo modo che si riceve una registrazione monofonica attraverso un sistema stereofonico). Se però l'altoparlante B viene spostato, cioè allontanato dall'ascoltatore di circa trenta centimetri e portato in posizione D, il tempo d'arrivo dei suoni da esso emessi sarà ritardato di circa un millisecondo, e la sorgente fittizia del suono (prima localizzata nel punto C) si sposterà fino a coincidere con l'altoparlante A. Una minima variazione della distanza che intercorre fra l'ascoltatore e l'altoparlante A è dunque sufficiente ad eliminare praticamente l'effetto di uno degli altoparlanti, cioè quello B, sulla localizzazione del suono.

Proseguendo nell'esperimento, se dopo spostato l'altoparlante B nella posizione D lo si porta ad un livello di 5 dB piú alto che quello dell'altoparlante A, la sorgente apparente del suono ritorna nel punto C. In altre parole, per compensare una differenza di tempo si può ricorrere ad una differenza di ampiezza; in pratica la differenza d'ampiezza necessaria varia spesso a seconda della frequenza applicata.

Il prezzo, per la verità assai alto, da pagare in termini di potenza d'uscita per compensare uno spostamento di poche decine di centimetri è dunque di 5 dB. Ma si è constatato anche che spostamenti di soli pochi centimetri possono avere un effetto notevole sull'ITD. Questo fatto crea non pochi problemi a chi vuole installare nella propria abitazione un impianto di riproduzione sonora: per ottenere un perfetto effetto stereofonico si dovrà scegliere con molta cura il posto di ascolto e badare a non spostare troppo il capo. Si noti che i problemi sarebbero ancora piú gravi se i tecnici di registrazione non adottassero opportune precauzioni.

La *fig. 3* mostra quella che sembrerebbe la sistemazione piú logica per i microfoni durante una registrazione stereofonica. Questa configurazione ha però un grave difetto: quello di creare inevitabilmente l'effetto di "vuoto al centro". Un ascoltatore presente all'esecuzione dal vivo riceve il suono della

tromba attraverso i percorsi segnati con linea continua nella *fig. 3;* i due percorsi hanno praticamente uguale lunghezza, il che significa che non esiste ITD: l'ascoltatore localizzerà facilmente la tromba approssimativamente al centro della zona frontale, pur non riuscendo a capire se è esattamente al centro. L'ascoltatore che sente la musica riprodotta attraverso i due altoparlanti, piazzati in posizioni corrispondenti a quella dei microfoni, si basa invece sul segnale d'uscita degli altoparlanti per valutare la posizione della sorgente sonora; ovviamente il segnale dell'altoparlante di destra (si vedano i percorsi tratteggiati) arriverà piú tardi, a causa della maggior distanza che il suono della tromba deve percorrere per raggiungere il microfono di destra. Poiché non è possibile compensare questa differenza di distanza con variazioni di livello che stiano entro limiti ragionevoli, la posizione apparente della tromba risulta decisamente spostata verso l'altoparlante di sinistra, lasciando completamente vuota la zona centrale (per la precisione, le sorgenti sonore poste esattamente in posizione centrale vengono percepite correttamente, essendo equidistanti dai microfoni; un segnale stereofonico che presenti il difetto di "vuoto al centro" andrebbe quindi piú correttamente chiamato "stereo a tre sole direzioni": destra, centro e sinistra). Per risolvere questo problema alcune case discografiche - particolarmente quelle statunitensi - hanno incominciato a far uso di parecchi microfoni (il cui suono viene successivamente miscelato), sistemati in modo che per ogni strumento esista sempre almeno una coppia di microfoni che ne captino il suono senza eccessiva differenza di tempo. Ultimamente si è cominciato ad usare un numero sempre maggiore di microfoni, disposti non soltanto davanti all'orchestra, ma anche in mezzo ad essa per effettuare quelle registrazioni - per la verità un poco stravaganti, ma spesso apprezzabili - che abbiamo già citato con il nome di "multitrack".

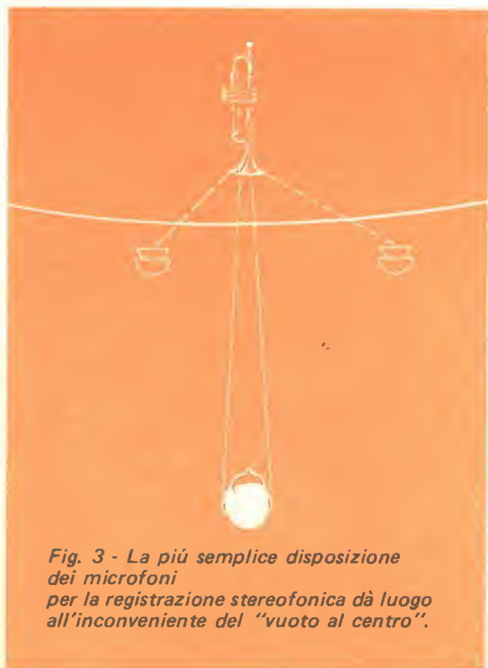


Fig. 3 - La piú semplice disposizione dei microfoni per la registrazione stereofonica dà luogo all'inconveniente del "vuoto al centro".

In Europa si è invece diffuso l'uso di microfoni direzionali, sistemati molto vicini l'uno all'altro e rivolti verso le diverse zone dell'orchestra. Entrambi gli accorgimenti citati mirano essenzialmente a far prevalere la IAD sulla ITD. L'uso di molti microfoni permette un controllo cosí preciso sui livelli dei vari strumenti che la ITD non crea piú preoccupazioni, mentre l'uso di microfoni direzionali vicini tra loro elimina totalmente la ITD. Le due diverse tecniche sono entrambe efficaci nel migliorare la localizzazione del suono, sia pur con caratteristiche leggermente diverse.

La nondirezionalità e l'udito - Ora che abbiamo visto come risolvere (o quasi) il problema di una buona localizzazione dei suoni stereofonici, vediamo che cosa si deve fare per ottenere quella componente non localizzata che caratterizza un buon segnale stereofonico. L'unico metodo sfruttabile in pratica per generare un suono diffuso si basa sulla ITD, o sulla differenza di fase interaurale (il che è essenzialmente la stessa cosa).

Durante una conferenza tenutasi nel 1972 all'Audio Engineering Society, Mark B. Gardner, dei Bell Telephone Laboratories, parlò diffusamente dell'influenza della fase sulla direzionalità del suono. Tra le altre cose ricordò il fenomeno di "ingrandimento della immagine" che si ottiene con l'introduzione di piccoli ritardi ed altri meccanismi, nonché la possibilità di localizzare la sorgente sonora apparente all'esterno della zona compresa tra gli altoparlanti di un impianto stereofonico mediante opportuni sfasamenti tra i due ca-

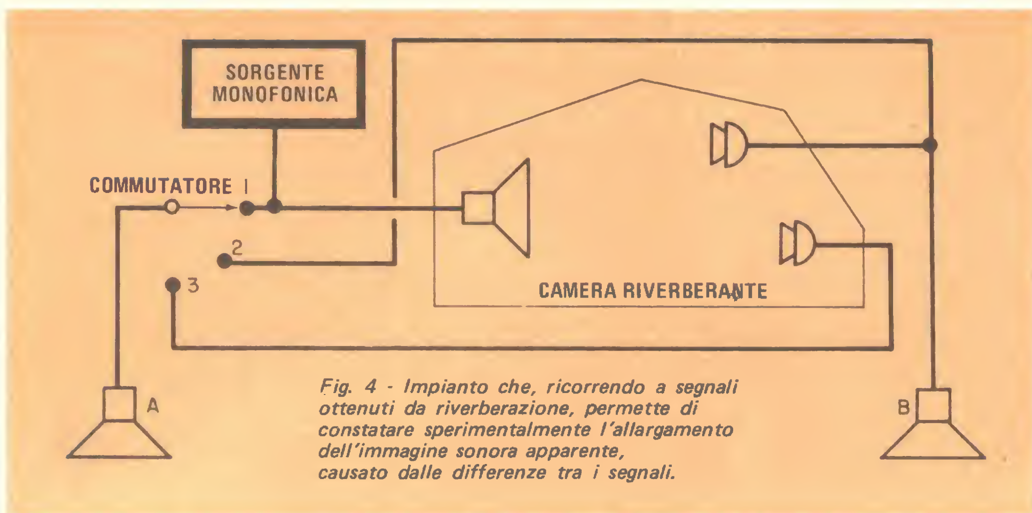


Fig. 4 - Impianto che, ricorrendo a segnali ottenuti da riverberazione, permette di constatare sperimentalmente l'allargamento dell'immagine sonora apparente, causato dalle differenze tra i segnali.

nali.

A titolo di esempio consideriamo l'impianto sperimentale della *fig. 4;* gli altoparlanti A e B sono pilotati dal segnale proveniente da una sorgente monofonica, direttamente o attraverso una camera di riverberazione. Con il commutatore in posizione 1, l'altoparlante A riceve direttamente il segnale monofonico, mentre l'altoparlante B lo riceve attraverso la camera di riverberazione. A causa dei ritardi e degli sfasamenti casuali introdotti in uno solo dei due canali (quello B), ciò che si sente è un suono diffuso che sembra estendersi nello spazio. Con il commutatore posto nella posizione 2, entrambi gli altoparlanti sono pilotati dal segnale proveniente da uno stesso microfono posto nella camera riverberante. Secondo Gardner, poiché in questo caso i due segnali sono identici, l'ascoltatore percepisce un suono (pur sempre ricco di riverberazione) che sembra aver origine da un punto situato esattamente fra i due altoparlanti: non vi è dunque sensazione di spaziosità. Con il commutatore in posizione 3, cioè pilotando gli altoparlanti con due diversi microfoni posti nella camera riverberante, si ritorna ad avere la sensazione di un suono diffuso nello spazio, poiché le relazioni di fase e temporali fra i due canali tornano ad essere casuali.

Cinque ricercatori giapponesi, discutendo sul "Journal of the Audio Engineering Society" dell'ottobre 1971 gli effetti soggettivi nella riproduzione a piú canali, sono giunti a risultati analoghi. Dai loro esperimenti si deduce che vi è una stretta correlazione tra l'incoerenza delle fasi e dei tempi con cui i suoni giungono all'ascoltatore e la sensazione di spaziosità del suono.

Un altro esperimento citato da Gardner dimostra fino a quale punto la differenza di fase può spostare la localizzazione apparente della sorgente sonora in un sistema stereofonico di tipo normale. Nell'impianto riprodotto nella *fig. 5* la fase del segnale che arriva all'altoparlante A può essere rovesciata; in tal caso la sorgente sonora apparente (supponendo sempre che l'ascoltatore sia equidistante dai due altoparlanti) si sposta dal punto C, proprio di fronte all'ascoltatore, al punto D, direttamente dietro la sua testa. Con il commutatore in posizione 3, è possibile introdurre una attenuazione variabile sul canale A; si possono allora ottenere effetti intermedi e localizzare la sorgente apparente del suono per esempio nel punto E. Sembra dunque che, sistemandosi nel punto giusto e tenendo il capo immobile, sia possibile avere la sensazione di un suono proveniente da tutte le direzioni, anche con soli due altoparlanti. Questo fenomeno è stato confermato da studi fatti in Giappone. I ricercatori giapponesi erano però propensi ad attribuire la localizzazione dei suoni in posizione posteriore ad un contributo dell'ambiente di ascolto. Discutendo specificatamente degli effetti provocati dalle differenze di fase sulla localizzazione dei suoni, essi hanno presenta-

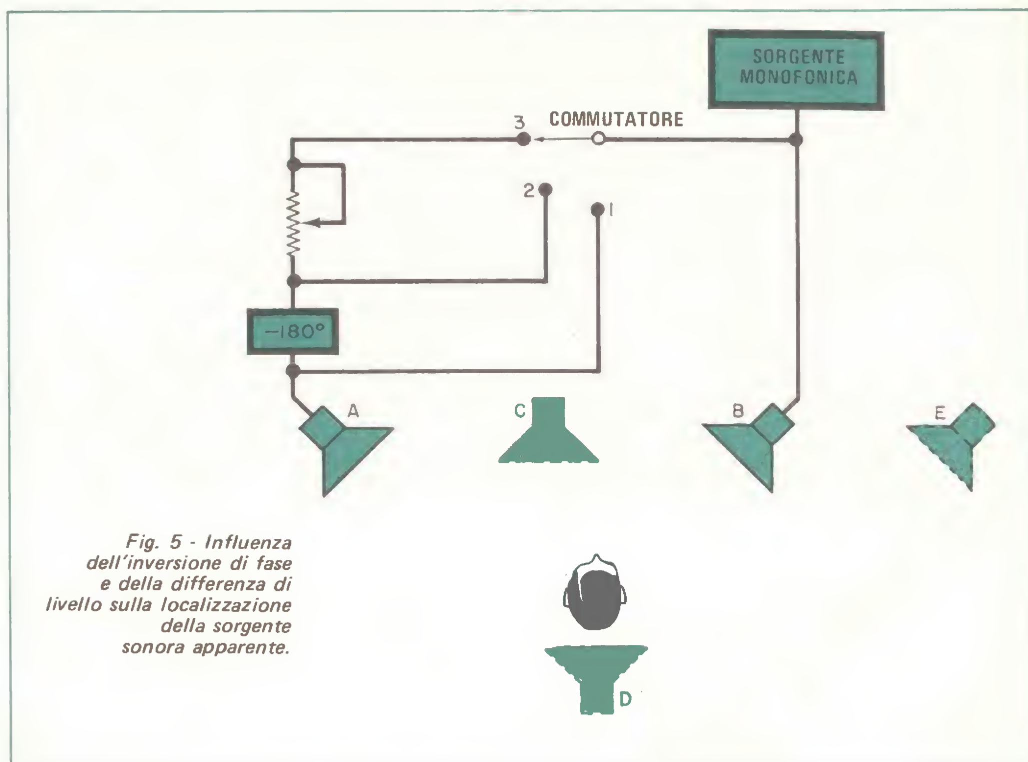


Fig. 5 - Influenza dell'inversione di fase e della differenza di livello sulla localizzazione della sorgente sonora apparente.

to altre loro scoperte. Ad esempio, hanno osservato che, per una significativa percentuale degli ascoltatori, la localizzazione della sorgente diventa ambigua quando le differenze di fase tra i canali sono vicine ai 180 gradi (opposizione di fase); l'ambiguità diminuisce se le differenze di fase si avvicinano ai 360 gradi. Questo fatto suggerirebbe che siano le differenze di fase piú che le differenze di tempo a provocare i primi effetti sull'ascoltatore, mentre i tempi diverrebbero un fattore importante quando i ritardi cominciano ad essere rilevanti.

L'incisione dei dischi - Da quanto detto sino ad ora, si può concludere che nell'effettuare una registrazione stereofonica conviene adottare una precisa suddivisione dei compiti: all'IAD, che sembra essere piú facile da dosare, è bene assegnare il compito di localizzare in modo preciso gli strumenti e l'esecutore, mentre all'ITD è lasciato il compito di creare il suono diffuso. Sono questi infatti i criteri adottati di massima nelle migliori registrazioni stereofoniche, anche se spesso si fanno eccezioni. Registrazioni fatte esclusivamente con microfoni posti l'uno accanto all'altro mancano decisamente di ITD, mentre l'IAD è reso assai bene. Microfoni molto distanti fra loro producono invece un eccesso di ITD, che rende talvolta impossibile ottenere suoni ben localizzati. Differenti disposizioni dei microfoni (come la tecnica dei microfoni mediamente distanti, nata in Germania) possono dare buoni risultati nel bilanciare tra loro l'ITD e l'IAD.

L'impiego di molti microfoni e di numerose piste magnetiche, una tecnica che sta ottenendo successo in tutto il mondo, offre potenzialmente la massima flessibilità, poiché il segnale può essere elaborato a piacere, anche in modo diverso per i diversi passaggi dell'esecuzione.

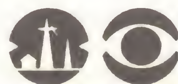
Questa tecnica risulta persino troppo ricca di possibilità in quanto le operazioni effettuabili sono tali e tante che non è neppure possibile esplorare a fondo gli effetti di ognuna. ★

ELETTRAKIT TRANSISTOR



Non è necessario essere tecnici per costruire questa modernissima radio a transistori.

La Scuola Radio Elettra Le permette di montare, con le Sue mani e senza alcuna difficoltà, un modernissimo ricevitore portatile MA-MF a 10 transistori, 5 diodi ed un diodo varicap; nel contempo, la Scuola Le offre un magnifico divertimento e la possibilità di conoscere a fondo l'apparecchio, di saperlo riparare da solo e di intraprendere, se vorrà, il cammino per raggiungere una specializzazione nel campo dell'elettronica.
Elettrakit/Transistor è un Corso per corrispondenza realizzato secondo i più attuali criteri propedeutici; è interamente corredato da illustrazioni a colori e ciò consente un rapido e sicuro controllo di ogni fase di montaggio fino al completamento del ricevitore.
Anche se Lei è giovanissimo, potrà trovare in questo montaggio un divertimento altamente istruttivo; potrà scoprire così la Sua attitudine alla tecnica elettronica che La avvierà ad una carriera, quella del tecnico elettronico, che oggi è veramente la più ricca di prospettive economiche.
Richieda oggi stesso, senza alcun impegno da parte Sua, più ampie e dettagliate informazioni sul Corso Elettrakit/Transistor.
Scriva alla:



Scuola Radio Elettra
10126 Torino - Via Stellone 5/633
Tel. (011) 674432

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

I PROBLEMI DEL « ROS »

Nei discorsi degli appassionati di trasmissioni radio, specialmente se a microonde, ricorre spesso la sigla ROS, o le corrispondenti versioni in lingua inglese SWR oppure VSWR. Con queste sigle si suole indicare il "rapporto d'onda stazionaria" (o le equivalenti espressioni inglesi "Standing Wave Ratio" o "Voltage Standing Wave Ratio"), un parametro molto importante per caratterizzare l'efficienza di un impianto ad antenna.

Il problema del rapporto d'onda stazionaria si presenta spesso ed inaspettatamente nelle stazioni per CB; esso si manifesta raramente in un impianto costruito con componenti nuovi e di tipo standard, cioè composto da un ricetrasmettitore con impedenza d'uscita di 50 Ω, da una linea in cavo coassiale da 50 Ω e da un'antenna anch'essa da 50 Ω, in quanto tra i vari componenti vi è un adattamento perfetto e di conseguenza l'energia a radiofrequenza fluisce da uno all'altro senza subire alcuna riflessione. Prima o poi è inevitabile però che si presenti il problema del rapporto d'onda stazionaria, in quanto anche le unioni piú perfette sono soggette al logorio del tempo: gradualmente la guaina del cavo coassiale si screpola, la corrosione attacca i conduttori ed i connettori, qualche conduttore si interrompe, le eventuali saldature fredde cominciano a presentare una resistenza elevata, la ruggine impedisce un buon contatto ai conduttori di massa, o la base dell'antenna diviene quasi isolata dalla carrozzeria del veicolo su cui è montata. A questa lenta degradazione si uniscono spesso fattori accidentali: un forte temporale può causare la caduta dei radiali dell'antenna, cosí come un volatile, appollaiandosi proprio sull'antenna, può danneggiarla. Tutte queste situazioni portano ad un dannoso aumento del rapporto d'onda stazionaria.

Misure - Il "rosmetro", cioè lo strumento misuratore del rapporto d'onda stazionaria, è senz'altro l'apparecchiatura CB piú venduta, in quanto è di grande utilità. Quando si deve controllare un'antenna, il sistema migliore è misurarne il rapporto d'onda stazionaria; se infatti si volesse ricorrere a misure di altro genere, per individuare un'antenna difettosa sarebbe necessario disporre di strumenti professionali, come quelli che si trovano presso i laboratori di ricerca. Se si collega un semplice wattmetro per radiofrequenza all'uscita del ricetrasmettitore, esso potrà rivelare la

entità della potenza che l'apparecchio invia sul cavo ma non stabilire se questa potenza viene effettivamente tutta quanta irradiata.

L'uso della legge di Ohm non è di grande aiuto, poiché raramente si dispone di strumenti capaci di misurare i parametri caratteristici di un'antenna alla frequenza di 27 MHz. Se per esempio si sa che il proprio trasmettitore deve erogare 4 W su un carico di 50 Ω, si deduce facilmente che in queste condizioni la corrente di antenna dovrebbe essere di 300 mA; ma un amperometro per radiofrequenza capace di misurare con precisione un tale valore di corrente ha un prezzo ben superiore alle possibilità del dilettante medio. Per questa ragione, a meno che non si abbia libero accesso ad un laboratorio dotato di strumentazione per radiofrequenza molto perfezionata, il modo migliore per essere sicuri di avere buoni adattamenti di impedenza è quello di ricorrere ad un misuratore del ROS.

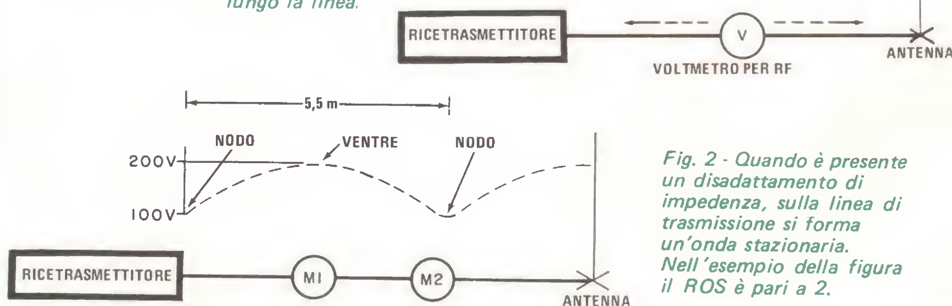


Fig. 1 - In un sistema con perfetto adattamento di impedenza, la tensione a radiofrequenza è costante lungo la linea.

Fig. 2 - Quando è presente un disadattamento di impedenza, sulla linea di trasmissione si forma un'onda stazionaria. Nell'esempio della figura il ROS è pari a 2.

Poiché il ricetrasmettitore dovrebbe avere il circuito di uscita tarato in sede di costruzione in modo da adattarsi ad un carico di 50 Ω, non si ha normalmente alcuna riflessione (e quindi nessun problema di ROS) nel punto di connessione fra trasmettitore e cavo coassiale. Anche la linea in cavo coassiale non dovrebbe essere fonte di disadattamento, poiché un cavo di tipo standard, quale il RG58/U, qualunque sia la sua lunghezza e purché sia terminato su un carico di 50 Ω, presenta una impedenza costante di 50 Ω. Se si sospetta che il circuito di uscita del trasmettitore sia andato fuori taratura, occorre collegare un wattmetro per radiofrequenza ed un carico artificiale da 50 Ω all'uscita del trasmettitore stesso, mediante un corto spezzone di cavo coassiale. La potenza di uscita misurata dovrebbe essere prossima ai 4 W (per un ricetrasmettitore con potenza nominale di 5 W, progettato in base alle norme previste dalle leggi degli Stati Uniti); se cosí non fosse, si potrà alzare la potenza erogata agendo sul circuito di uscita del trasmettitore, secondo la procedura esposta nel libretto di istruzioni dell'apparato (è bene evitare di toccare le regolazioni che agiscono sulla frequenza del segnale irradiato; tali regolazioni andrebbero riservate ad un tecnico specializzato).

In un impianto radiotrasmittente, le condizioni ideali si hanno quando tutta la potenza inviata dal trasmettitore sulla linea di trasmissione giunge all'antenna e viene irradiata nello spazio. Se tali condizioni ideali sono rispettate, un voltmetro per alta frequenza collegato in parallelo alla linea di trasmissione, come mostrato nella *fig. 1,* indicherà una tensione costante in qualunque punto della linea esso venga posto; il passare del tempo e le condizioni ambientali spesso però perturbano questa perfetta uniformità.

Nella *fig. 2* è mostrato che cosa accade quando si manifesta un disadattamento di

impedenza: invece di accettare e di irradiare tutta la potenza a radiofrequenza inviatale dal trasmettitore, l'antenna ne riflette una certa percentuale verso la linea di trasmissione in cavo coassiale. Sulla linea si trovano allora a viaggiare due diverse onde: una diretta e l'altra riflessa; la tensione dell'onda riflessa in certi punti va a sommarsi, ed in altri punti va a sottrarsi, a quella dell'onda diretta, dando cosí luogo ad una configurazione stazionaria in cui si susseguono zone dove il segnale a radiofrequenza ha ampiezza massima e zone in cui tale segnale è di ampiezza minima. Voltmetri per radiofrequenza posti lungo la linea rileverebbero chiaramente questa condizione; si supponga che un voltmetro sia collegato nel punto M1, cioè un punto dove l'ampiezza del segnale è massima (chiamato anche "ventre" dell'onda stazionaria di tensione) e indichi una differenza di potenziale di 200 V e che un secondo voltmetro sia invece collegato in M2, dove l'ampiezza del segnale è minima (detto "nodo" dell'onda stazionaria) ed indichi 100 V. Il rapporto d'onda stazionaria, o ROS, in questo caso sarà il seguente:

$$V_{max} / V_{min} = 200/100 = 2.$$

Se invece la tensione massima e quella minima fossero rispettivamente di 400 V e di 40 V, il ROS sarebbe pari a 10.

ROS di corrente - Nell'esempio precedente si è supposto di misurare la tensione esistente lungo la linea di trasmissione, ma si sarebbe trovata una situazione analoga se si fosse misurata la distribuzione della corrente lungo la linea. Si noti che i vari nodi dell'onda stazionaria distano l'uno dall'altro di mezza lunghezza d'onda, vale a dire di circa 5,5 m per la frequenza di 27 MHz della banda CB.

In pratica nessun impianto è perfetto, e un ROS pari a 1 è puramente teorico; quando il rapporto d'onda stazionaria resta inferiore a 2, la situazione può considerarsi accettabile, poiché anche con un ROS di 2 la perdita di potenza è solo dell'11%, cioè di circa 0,5 dB. Questo valore è spesso ancora basso se si confronta l'attenuazione del tratto di cavo RG58/U che occorre per raggiungere l'antenna sul tetto, che è di 1 dB ogni 15 m. In pratica non vale la pena di spendere tempo e denaro per ridurre un rapporto d'onda stazionaria già basso, ad esempio per portarlo da 1,5 a 1,4; abbiamo visto infatti che un ROS di 2 (o anche di 2,5) non dà luogo ad una perdita preoccupante di potenza. Se il rapporto d'onda stazionaria arriva a 3, conviene però mettersi in allarme, poiché un valore del genere indica quasi sempre che qualcosa comincia ad andar male.

Le perdite dovute alla riflessione cominciano ad essere preoccupanti quando il ROS è superiore a 3; con questo valore la potenza inviata indietro dall'antenna è pari al 25% di quella totale; quando invece il ROS arriva a 12, la potenza persa è circa metà di quella totale. Si noti che anche perdendo metà della potenza il funzionamento della stazione trasmittente non è in fondo gravemente compromesso: una perdita di metà potenza significa infatti un abbassamento di soli 3 dB nella potenza irradiata, e circa mezza unità S nel segnale ricevuto dalla stazione con cui si è in collegamento.

Un eccessivo valore del ROS può però avere un effetto piú grave che una semplice perdita di potenza: esso può portare la tensione ai capi del circuito d'uscita del trasmettitore ad un valore troppo elevato, e quindi causare la distruzione dei transistori finali del trasmettitore stesso. Questo tipo di guasto era abbastanza frequente nei primi ricetrasmettitori a transistori; oggi però i progettisti hanno messo a punto circuiti che sopportano valori di ROS anche molto elevati. Negli impianti di grande potenza, in presenza di un ROS troppo alto può anche verificarsi il surriscaldamento del cavo coassiale, che talvolta arriva sino al punto di fusione del dielettrico; ovviamente, un pericolo del genere non esiste nelle stazioni per CB da 4 W.

Oltre a garantire la salvaguardia dello stadio finale del trasmettitore e un buon livello di potenza irradiata, il controllo del rapporto d'onda stazionaria può fornire interessanti informazioni sullo stato dell'impianto d'antenna. Comodamente seduti nel proprio laboratorio, si può sapere se l'antenna sui tetti ha sopportato senza danni un temporale, una grandinata od una nevicata; naturalmente ogni inaspettato cambiamento nel valore del ROS rende opportuna un'ispezione diretta.

L'applicazione piú frequente del rosmetro è la misura dell'ampiezza dei segnali che fluiscono in ambedue le direzioni su un corto spezzone di linea di trasmissione *(fig. 3)*. In parallelo allo spezzone di linea di trasmissione contenuto nello strumento sono sistemati due accoppiatori direzionali (in pratica due conduttori di breve lunghezza); un com-

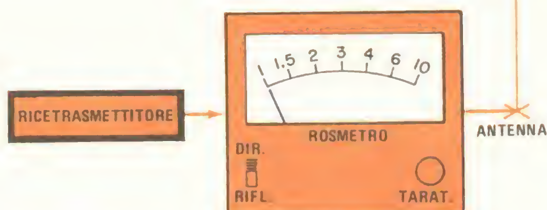


Fig. 3 - Il rosmetro inserito lungo la linea indica che l'adattamento di impedenza è buono.

mutatore collega l'uno o l'altro di questi accoppiatori ad uno strumento di misura (attraverso un circuito raddrizzatore a diodo, che converte il segnale a radiofrequenza in una tensione continua). Quando il commutatore è in posizione DIRETTA (FORWARD negli strumenti con diciture inglesi), il voltmetro dà un'indicazione proporzionale alla ampiezza dell'onda che viaggia dal trasmettitore all'antenna; con il commutatore in questa posizione si dovrà agire sul potenziometro di taratura sino a portare la lancetta del voltmetro esattamente a fondo scala (per la misura occorre usare una portante non modulata). Per leggere il valore di ROS basterà a questo punto portare il commutatore in posizione RIFLESSA (REFLECTED, in inglese); in questa posizione al voltmetro viene collegato l'altro accoppiatore direzionale, e l'indicazione ottenuta è proporzionale alla ampiezza dell'onda che viaggia dall'antenna verso il trasmettitore; la lancetta indicherà allora direttamente il valore del ROS. Sul quadrante dello strumento di alcuni modelli di rosmetri, è anche tracciata una scala della "percentuale di potenza riflessa".

Tutti i rosmetri hanno un'attenuazione di inserzione trascurabile, e possono perciò restare permanentemente inseriti sulla linea di trasmissione. Alcuni modelli hanno incorporato un carico artificiale e non hanno connettore d'uscita; questo tipo di strumento serve solo per la citata messa a punto dello stadio finale del trasmettitore. Per qualche strumento esiste un limite alla potenza massima che si può far passare attraverso esso; con i livelli di potenza tipici degli impianti per CB non si hanno però quasi mai problemi del genere. In ogni caso, per avere maggiori dettagli su uno strumento conviene consultare quanto pubblicato dalla casa costruttrice.

Se il controllo del rapporto d'onda stazionaria del proprio impianto ha rivelato un valore preoccupantemente elevato, e se l'impianto è in servizio già da un po' di tempo, sarà bene controllarlo accuratamente, badando ai particolari citati all'inizio dell'articolo.

Se invece l'impianto è nuovo, il cattivo funzionamento sarà da attribuire a qualche altra causa, anziché al logorio dei materiali provocato dall'azione del tempo e dalle condizioni ambientali. Se ad esempio si è realizzato personalmente il collegamento dei connettori al cavo coassiale, sarà meglio ispezionare con attenzione il lavoro fatto: può darsi che il cavo coassiale, nel percorso dal trasmettitore all'antenna, sia stato piegato con un angolo troppo stretto, o che la sua guaina isolante sia stata danneggiata da un chiodo o da un punto metallico. Se l'antenna è stata piazzata molto vicina ad un oggetto metallico di notevole estensione, la sua impedenza può risultare alterata. Ciò accade ad esempio quando l'antenna di una stazione fissa è installata in prossimità di una grande antenna per TV, munita di tiranti controvento; grondaie, tubi metallici o cavi elettrici possono dar luogo allo stesso inconveniente. E' necessario perciò tenere l'antenna distante almeno una mezza lunghezza d'onda (circa 5 m) da qualsiasi massa metallica di una certa estensione.

Non si deve mai tentare di ridurre il ROS agendo sui comandi del trasmettitore, poiché anche se si ottiene un'apparente diminuzione del suo valore, in realtà si ha non un miglioramento dell'adattamento, ma una riduzione della potenza d'uscita del trasmettitore. Una volta che l'apparecchio è stato messo a punto per adattarsi a carichi di 50 Ω, secondo la procedura precedentemente illustrata, esso non dovrà più essere toccato. ★



BUONE OCCASIONI!

LE INSERZIONI IN QUESTA RUBRICA SONO ASSOLUTAMENTE GRATUITE E NON DEVONO SUPERARE LE 50 PAROLE. OFFERTE DI LAVORO, CAMBI DI MATERIALE RADIOTECNICO, PROPOSTE IN GENERE, RICERCHE DI CORRISPONDENZA, ECC. - VERRANNO CESTINATE LE LETTERE NON INERENTI AL CARATTERE DELLA NOSTRA RIVISTA. LE RICHIESTE DI INSERZIONI DEVONO ESSERE INDIRIZZATE A « RADIORAMA, SEGRETERIA DI REDAZIONE SEZIONE CORRISPONDENZA, VIA STELLONE 5 - 10126 TORINO ».

Le risposte alle inserzioni devono essere inviate direttamente all'indirizzo indicato su ciascun annuncio.

CERCO seria ditta per la quale eseguire montaggi elettronici su circuiti stampati e non. Per accordi scrivere a: Roberto Rotolo, via Venezia 3 - 97016 Pozzallo (Ragusa).

* * *

CERCO trasformatore separatore di rete 200-230 VA e scatole di montaggio Amtron: UK570/S Generatore BF 10 Hz - 800 kHz, UK445/S Wattmetro BF - 1,5 - 150 W. Per accordi scrivere a: Vincenzo Mazza, via Brasa 212 40034 Castel D'Aiano (Bologna).

* * *

ALLIEVO Scuola Radio Elettra con attestati Radio MF Stereo - Riparatore TV eseguirei al mio domicilio per seria ditta montaggi di apparecchiature elettroniche. Per accordi scrivere a: Arnaldo Marietti, Frazione Massucco 25 - 10080 Rivara (Torino).

* * *

CERCO l'interessante libro "Il manuale delle antenne" in buone condizioni. Domenico Conte, via Giotto 16 - 35018 S. Martino di Lupari (Padova).

* * *

CERCO ricetrasmettitore C.B. da 5 W, 6 canali o più (se possibile con alimentatore); cambio con stereo Lesa 3 + 3 W completo di box, cuffia stereo G.B.C. e orologio digitale a 6 Nixie, Amtron, tutto perfettamente funzionante e nuovo. Scrivere a: Giordano Ambrosetti, via F. Bellotti, 7 - 20129 Milano.

* * *

ALLIEVO Scuola Radio Elettra del corso Radio Stereo eseguirebbe a proprio domicilio, per seria ditta, montaggi di apparecchiature elettroniche, sia a valvole sia a transistori, specialmente su circuiti stampati. Per accordi scrivere a: Giuseppe Buricchi, Frazione Castelnuovo 19 - 52010 Capolona (Arezzo).

* * *

CERCO amplificatore di BF a transistori da 0,5 W a 2 W senza altoparlante ed inoltre diodi LED di vari colori, il tutto a prezzi moderati. Scrivere a: Franco Berta, via Gonella 34 - 10072 Caselle (Torino).

* * *

CERCO Radiorama n. 7 luglio 1970 in buone condizioni; pago in contanti oppure offro in cambio altre riviste come: Elettronica Pratica, Nuova Elettronica, Radioelettronica, Selezione Radio TV, ecc. Scrivere per accordi a: Francesco Daviddi, via Ricci 5, 53045 Montepulciano (Siena).

EX ALLIEVO Scuola Radio Elettra RSTT eseguirebbe per seria ditta ogni tipo di montaggio elettronico. Gianfranco Caso, corso Europa 43 - 66054 Vasto (Chieti) - telefono 0873/3869.

* * *

SWAN 500C transceiver completo di alimentatore mod. 230 XC AC potenza 520 W PEP in ottime condizioni vendo a L. 500.000. Scrivere o telefonare a: IØGVP - Guido Pennella, via P. Gasparri, 98/11 - 00168 Roma (tel. 628.18.88).

* * *

VENDO cuffia Koss K6-LC (regolazione-volume) ottime condizioni L. 19.000. Buona per Hi-Fi. Marco Dell'Orto, via Rismondo 22 - 20038 Seregno (Milano) - telefono 02/21192.

* * *

VENDO amplificatore BF con TAA-611 - dimens. 48 x 40 x 20h - P out 1,5 W a 12 V, L. 3.800 + spese postali; generatore di nota applicabile ai Rx-Tx per ottenere il "bip" a fine trasmissione, dimens. 40 x 33 x 45h, Lire 4.200 + spese postali; antenna tipo W3-DZZ filare con SO-239, L. 9.000 + spese postali. Giovanni Tumelero, via Leopardi 15 - 21015 Lonate Pozzolo (Varese).

* * *

CEDO riviste di elettronica, schemi radio-TV, manuali di servizio e libri di radiotecnica. Scrivere per accordi, chiedendo l'elenco di ciò che interessa. Alberto Fioretti, Casella Postale 142 - 04100 Latina.

* * *

VENDO amplificatore BF 10 W, L. 7.500; sirena elettronica 300 mW, L. 2.000; provaquarzi 1-100 MHz, L. 2.500; preamplificatore microfonico 30 dB guadagno, signal tracer, L. 2.000; sirena elettronica 10 W, L. 7.500; montati tutti su circuito stampato; massima serietà. Rispondo a tutti. Piero Maccaglia, via Galeazze 109/c, C. Dell'Aquila - 05026 Montecastrilli (Terni).

ANGOLO DEGLI INCONTRI

Riservato ai Lettori ed Allievi che desiderano conoscerne altri residenti nella stessa zona: a tutti buon incontro!

Roberto Linzalone, via G. Dorso 10 - 70026 Modugno (Bari).
Lorenzo Vitto, str. Borgo Opaco 132/16/A - 18038 Sanremo (IM).
Vincenzo Sciuto, via Ala 61 - 95123 Catania.

La messa a terra

Quando si deve provare un circuito elettronico, il piú delle volte si collega una sorgente di segnale all'ingresso del circuito in esame, ed un oscilloscopio all'uscita, dopodiché si osserva quello che appare sul tubo a raggi catodici. Nell'eseguire una misura del genere, molte persone non si rendono conto che ciò che si osserva sull'oscilloscopio non dipende solo dal comportamento del circuito in prova: in effetti quello che si legge comprende anche gli eventuali segnali che lo strumento di misura stesso e l'apparecchiatura sotto controllo aggiungono al segnale d'ingresso (a parte i prodotti di distorsione).

La causa di questo strano fenomeno è la presa di terra: la maggior parte delle persone realizza la messa a terra delle apparecchiature connettendo semplicemente tra loro i relativi morsetti di massa, senza alcuna precauzione particolare e senza avere compreso bene il significato dell'operazione che stanno compiendo. Una conoscenza piú approfondita del problema potrà evitare molte grane in laboratorio.

La presa di terra - Quasi tutte le misure elettriche riguardano grandezze relative: una tensione od un segnale sono sempre misurati rispetto ad un punto di riferimento assunto come "zero", che di solito è la "massa" o "terra". Quando si dice "terra" si vuole proprio indicare il potenziale del pianeta Terra (cioè in pratica quello del terreno), potenziale che è stato appunto scelto come zero di riferimento arbitrario.

Esistono diversi sistemi per effettuare un collegamento a terra, ed ognuno di essi presenta lati positivi e difetti. C'è chi sostiene che per ottenere una buona presa di terra basta infilare un'asta metallica nel terreno; questo è vero, ma bisogna che l'asta sia infilata in profondità, in modo da venire a contatto con uno strato a bassa resistività del terreno, oppure è necessario che il terreno che circonda l'asta sia sempre mantenuto ad un livello di umidità tale da garantire un basso valore di resistenza. Non è dunque sufficiente infilare un'asta nel terreno senza preoccuparsi d'altro. Come regola generale, quanto piú l'asta è infilata in profondità, tanto piú efficiente sarà la presa di terra.

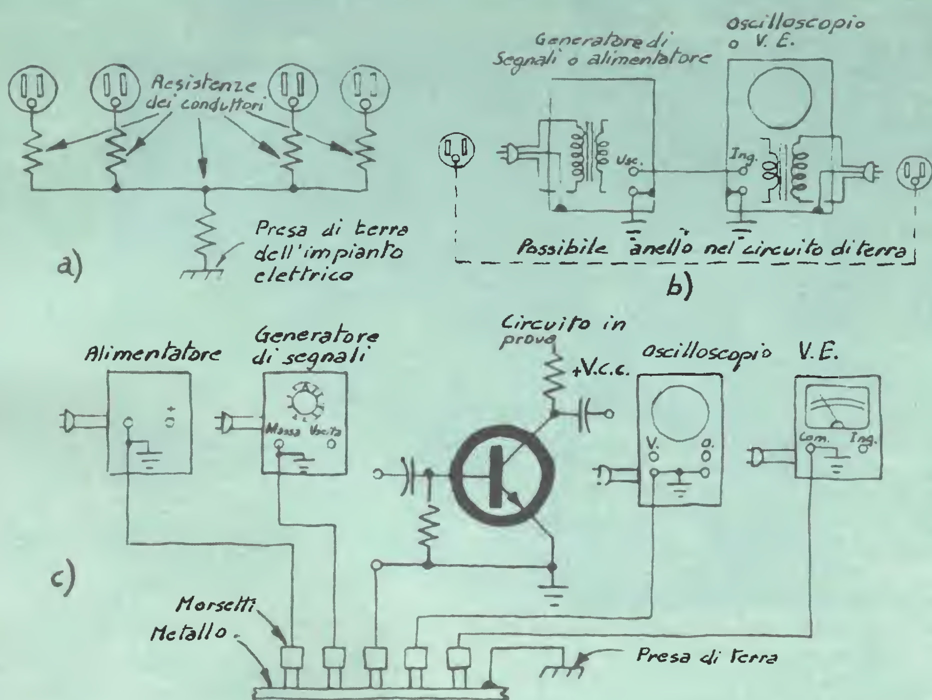
Un altro metodo, forse il migliore, per disporre di una buona presa di terra consiste nel collegarsi ad un tubo dell'acqua fredda. Quasi sempre questo tubo è a contatto del suolo per un tratto molto lungo, ed è interrato profondamente per scongiurare il pericolo del gelo invernale, per cui è molto probabile che attraversi strati di terreno a bassa resistività.

L'attacco al tubo dell'acqua fredda si può eseguire per mezzo di una saldatura o di un morsetto se il tubo è di metallo, come si verifica normalmente; se invece lungo la conduttura si trovano giunti o spezzoni di tubo in plastica, le cose si complicano, poiché, come è noto, la plastica non è un buon materiale conduttore. In questi casi si può risolvere il problema facendo in modo che una grossa treccia metallica scavalchi il tratto di tubo non conduttore, ed effettuando un buon contatto elettrico alle due estremità del tubo metallico. Ovviamente questo si potrà fare solo se lo spezzone non metallico è accessibile.

L'idea di usare come presa di terra il terzo filo della rete elettrica domestica potrebbe essere buona in linea di massima, ma in parecchi impianti tale filo non è messo a terra correttamente, o manca addirittura.

Nei casi in cui la rete in corrente alternata sia nominalmente con un capo "a terra", si potrebbe essere invogliati ad usare il filo corrispondente come presa di terra; questo invece si deve assolutamente evitare poiché il filo, avendo una certa resistenza, non sarà mai perfettamente al potenziale di terra, ma avrà su di sé un segnale dovuto alla caduta di tensione sulla propria resistenza. Inoltre, se per sbaglio si effettuasse il collegamento all'altro filo, i risultati sarebbero disastrosi.

Un'altra idea da scartare è quella di collegarsi al fermadito metallico esistente sul disco del telefono; le società telefoniche non gradiscono questa pratica, e per di piú non è detto che tale punto sia al potenziale di terra



Come nascono i problemi della messa a terra. Lo schema a) mostra come le resistenze dei fili possono creare differenze di potenziale; nello schema b) si vede come attraverso l'impianto domestico si formi, nel circuito di terra, un anello chiuso che può introdurre segnali spuri; nello schema c) è mostrata la disposizione di un tipico banco di laboratorio su cui sono usati cordoni di alimentazione a due conduttori, al fine di eliminare gli anelli dal circuito di terra.

e che non si abbia circolazione di corrente.

L'origine dei segnali spuri. Esaminiamo ora il problema dell'origine dei segnali spuri che compaiono se le prese di terra non sono fatte a dovere. Nella *fig. a)* è schematizzata una tipica rete di alimentazione a tre conduttori; poiché il cavo usato non è un conduttore perfetto, esistono differenze di potenziale fra due punti del circuito di terra, allorché in esso fluisce corrente.

Nella figura sono chiaramente indicate le resistenze dei fili che costituiscono l'impianto di terra. Si osservi che qualsiasi strumento fissato in una presa a tre fili è in pratica accoppiato a tutte le altre prese attraverso una rete di resistenze.

Se si collegano tra loro due strumenti alimentati dalla rete, come illustrato nello schema della *fig. b,* il circuito di terra può formare un anello. Il telaio metallico di entrambi gli strumenti è collegato a terra per mezzo del terzo filo del cordone di alimentazione. In qualche caso può essere presente un condensatore collegato tra la linea in corrente alternata ed il telaio, ma anche quando non è inserito un condensatore vero e proprio esiste sempre una certa capacità dovuta al trasformatore di alimentazione. Se qualche corrente fluisce attraverso il filo di terra dell'impianto domestico, la differenza di potenziale che essa genera sulla resistenza del filo

stesso arriva come segnale di disturbo al sistema di misura, falsandone i risultati.

Per spezzare l'anello formato dai conduttori di terra, si dovrà staccare il terzo filo dal cordone di alimentazione di uno dei due strumenti (in pratica sarà comodo usare un adattatore di passaggio da una spina a tre conduttori ad una a due conduttori). Cosí facendo il sistema risulta messo a terra in un solo punto, e poiché l'anello formato in precedenza dai conduttori di terrra è ora spezzato, i segnali spuri dovuti alle correnti circolanti nell'impianto di terra vengono eliminati.

Se si lascia staccato il conduttore di terra del cordone di alimentazione, in caso avvenga un contatto tra uno dei fili della rete ed il telaio metallico dello strumento si determina una situazione molto pericolosa. Perciò, prima di accingersi ad un'operazione del genere, bisogna essere certi che tutti i cablaggi interni dello strumento siano in perfette condizioni.

Negli impianti comprendenti molti strumenti vi possono essere numerose prese di terra; di conseguenza nel circuito di terra possono esistere piú anelli ed ognuno di questi può essere causa di segnali spuri. Poiche di solito per collegare fra loro i vari apparecchi (specialmente nei sistemi audio) si fa uso di cavi schermati, la regola da seguire è quella di collegare tutte queste schermature tra loro e portare il tutto ad un'unica presa di terra, la stessa usata anche per i vari strumenti di misura.

Nella *fig. c)* è illustrato un impianto di laboratorio in cui sono usate esclusivamente prese a due conduttori per eliminare la possibilità che si formino anelli nell'impianto di terra. In generale, se in un sistema vi sono piú punti da collegare a terra, queste connessioni devono essere fatte alla stessa presa di terra a cui è già collegata l'apparecchiatura che genera il segnale di ingresso.

Due eccellenti testi tecnici che trattano il problema della messa a terra nei sistemi di misura sono: "Basic Electronic Instrument Handbook" (Manuale degli strumenti elettronici fondamentali) di Clyde F.Coombs Jr., pubblicato dalla McGraw Hill e la "Guide to Electronic Measurements and Laboratory Practice" (Guida alle misure elettroniche ed alla pratica di laboratorio) di Stanley Wolf pubblicato dalla Prentice-Hall; entrambi i volumi sono in lingua inglese.

★

RADIORAMA

DIRETTORE RESPONSABILE
Vittorio Veglia

DIRETTORE AMMINISTRATIVO
Tomasz Carver

REDAZIONE
Guido Bruno
Gianfranco Flecchia
Cesare Fornaro
Francesco Peretto
Sergio Serminato
Antonio Vespa

IMPAGINAZIONE
Giovanni Lojacono

AIUTO IMPAGINAZIONE
Giorgio Bonis
Marilisa Canegallo

SEGRETARIA DI REDAZIONE
Rinalba Gamba

SEZIONE TECNICA COSTRUTTIVA
Scuola Radio Elettra - Popular Electronics - Philips - G.B.C.

SEZIONE TECNICA INFORMATIVA
Consolato Generale Britannico
EIBIS - Engineering in Britain
IBM
IRCI - International Rectifier
ITT - Standard Corporation
Philips
S.G.S. - Società Generale Semiconduttori
Siemens

HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO

Angela Gribaudo
Danilo Uliana
Aldo Monti
Adriana Bobba
Enzo Piemontese
Renata Pentore
Lucio Vassallo
Ida Verrastro
Alessandro Baldo
Franca Morello
Silvano Lunardelli
Gabriella Pretoto
Sergio Dionisio
Fabio Marino

RADIORAMA, rivista mensile divulgativa culturale di elettronica, radio e televisione, edita dalla SCUOLA RADIO ELETTRA in collaborazione con POPULAR ELECTRONICS ● Il contenuto dell'edizione americana è soggetto a copyright 1976 della ZIFF-DAVIS PUBLISHING Co., One Park Avenue, New York 10016, N.Y. ● E' vietata la riproduzione anche parziale di articoli, fotografie, servizi tecnici o giornalistici senza preventiva autorizzazione ● I manoscritti e le fotografie anche se non pubblicati non si restituiscono; verrà dato comunque un cenno di riscontro ● Pubblicazione autorizzata con numero 1096 dal Tribunale di Torino ● Spedizione in abbonamento postale, gruppo III ● La stampa di Radiorama è effettuata da litografia interna della SCUOLA RADIO ELETTRA ● Pubblicità: RADIORAMA, via Stellone 5, 10126 Torino ● Distribuzione nazionale: Diemme Diffusione Milanese, via Taormina 28, tel. 68.83.407 - 20159 Milano ● RADIORAMA is published in Italy ● Prezzo del fascicolo: L. 800 ● Abbonamento semestrale (6 fascicoli): L. 4.500 ● Abbonamento per un anno (12 fascicoli): in Italia L. 8.000, all'estero L. 16.000 ● Copie arretrate, fino ad esaurimento, L. 800 il fascicolo ● In caso di aumento o diminuzione del prezzo degli abbonamenti verrà fatto il dovuto conguaglio ● I versamenti per gli abbonamenti e le copie arretrate vanno indirizzati a: RADIORAMA, via Stellone 5, 10126 Torino (assegno circolare o bancario o cartolina-vaglia), oppure possono essere effettuati sul C.C.P. N. 2/12930, Torino ● Prezzi delle inserzioni pubblicitarie: quarta di copertina a quattro colori L. 160.000; controcopertina Lire 100.000; pagina a due colori L. 100.000; pagina a un colore L. 80.000; mezza pagina L. 50.000; un quarto di pagina L. 30.000; un ottavo di pagina L. 20.000 (+ tasse).

ELETTRONICA...
...scienza o magia?



Due fili in un bicchiere d'acqua e... la lampadina si accende.
È opera di un mago? No.
Potrà essere opera vostra quando avrete esplorato a fondo i misteri di una scienza affascinante: l'**ELETTRONICA.** Chi, al giorno d'oggi, non desidera esplorare questo campo?
Addentratevi dunque nei segreti dell'elettronica sotto la guida della **SCUOLA RADIO ELETTRA,** che propone oggi un nuovo, interessante Corso per corrispondenza: **SPERIMENTATORE ELETTRONICO.**

COMPILATE RITAGLIATE IMBUCATE

spedire senza busta e senza francobollo

Francatura a carico del destinatario da addebitarsi sul conto credito n 126 presso l Ufficio P T di Torino A D - Aut Dir Prov P T di Torino n 23616 1048 del 23 - 3 - 1955





Scuola Radio Elettra

10100 Torino AD

APPASSIONA I RAGAZZI

Sbalordirete gli amici con esperimenti che veramente sanno di magia, e ne desterete l'invidia, quando mostrerete loro l'interfono, l'organo elettronico, il giradischi, e tutti gli altri apparecchi costruiti da voi con tanta facilità.

PIACE AI GENITORI

Non sapete a quali studi indirizzare vostro figlio?
Il Corso Sperimentatore Elettronico è un test per saggiarne le inclinazioni. Se già frequenta una scuola di indirizzo tecnico-scientifico, in breve si appassionerà alle materie che prima gli parevano tanto noiose, e sbalordirà i professori per il livello della sua preparazione.

NON C'È PERICOLO DI SCOSSE ELETTRICHE

Tutti i circuiti sperimentali realizzati nel Corso vengono fatti funzionare con bassa tensione elettrica, fornita da batterie da 4,5 volt.

PIACE A TUTTI

Seguire le **16 lezioni del Corso Sperimentatore Elettronico** sarà per tutti un hobby appassionante e utile, una porta aperta su innumerevoli possibilità di specializzazione

MONTERETE TRA L'ALTRO



UN ORGANO ELETTRONICO



UN RICEVITORE MA

I **250 componenti del Corso** permettono di compiere più di **70 esperimenti** e di realizzare apparecchi di alta qualità che **resteranno di proprietà dell'Allievo.**

E NON È TUTTO

Ci sono ancora molte cose che dovete sapere!
Compilate, ritagliate (oppure ricopiate su cartolina postale) e spedite, senza affrancare, questo tagliando che vi dà diritto a ricevere, gratis e senza alcun impegno da parte vostra, una splendida e dettagliata documentazione a colori. Scrivete, indicando il vostro nome, cognome e indirizzo: vi risponderemo personalmente.



Scuola Radio Elettra
Via Stellone 5/633
10126 Torino

633

INVIATEMI GRATIS TUTTE LE INFORMAZIONI RELATIVE AL CORSO

SPERIMENTATORE ELETTRONICO

MITTENTE:
NOME ______
COGNOME ______
PROFESSIONE ______ ETÀ ______
VIA ______ N. ______
CITTÀ ______
COD. POST. ______ PROV. ______

MOTIVO DELLA RICHIESTA: PER HOBBY ☐
PER PROFESSIONE O AVVENIRE ☐



STRUMENTI

ANALIZZATORE ELETTRONICO

Per la sua precisione e l'estesa gamma di applicazioni cui si presta, l'analizzatore elettronico SRE è in grado di soddisfare le più severe esigenze del tecnico riparatore Radio TV.

CARATTERISTICHE

Tensioni continue: 1,5 - 5 - 15 - 50 - 150 - 500 - 1.500 V f.s. con impedenza d'ingresso di 11 MΩ; con puntale AAT il campo di misura è esteso a 30.000 V. - **Tensioni alternate:** 1,5 - 5 - 15 - 50 - 150 - 500 V_{eff} f.s. per una tensione di forma sinusoidale - **Campo di frequenza:** da 30 Hz a 50 kHz; con rivelatore esterno a cristallo sino a 250 MHz. - **Resistenze:** da 0,1 Ω a 1.000 MΩ in sette portate. - **Tubi:** 12AU7 (ECC82) 6AL5 (EAA91), due diodi al germanio, un raddrizzatore al selenio. - **Alimentazione:** da 110 a 220 V c.a. - **Dimensioni:** 140 x 215 x 130 mm (esclusa la maniglia). - **Pannello:** in alluminio satinato ed ossidato. - **Scatola:** in ferro verniciato satinato. - **Accessori:** puntale per altissima tensione (AAT), probe per radiofrequenza, 2 puntali e 1 connettore; a richiesta contenitore uso pelle.

PER L'ACQUISTO RICHIEDERE INFORMAZIONI ALLA

Scuola Radio Elettra
10126 Torino - Via Stellone 5/633
Tel. (011) 674432